

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

**Estudo Tafonômico de afloramentos contendo Vertebrados
fósseis das Bacias do Iguatu, Cretáceo Inferior, Nordeste do
Brasil.**

ANA EMILIA QUEZADO DE FIGUEIREDO

Orientador: Dr. Cesar Leandro Schultz

Porto Alegre – 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**Estudo Tafonômico de afloramentos contendo vertebrados
fósseis das Bacias do Iguatu, Cretáceo Inferior, Nordeste do
Brasil.**

ANA EMILIA QUEZADO DE FIGUEIREDO

Orientador: Dr. Cesar Leandro Schultz

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Somália Sales Viana – Curso de Biologia, UEVA

**Profa. Dra. Marina Bento Soares – Departamento de Paleontologia e
Estratigrafia, Instituto de Geociências, UFRGS**

**Dra. Cristina Bertoni-Machado – Centro de Minerais Estratégicos,
Instituto de Geociências, UFRGS**

**Dissertação de Mestrado apresentada
como requisito parcial para a obtenção
do Título de Mestre em Geociências.**

Porto Alegre – 2009

Figueiredo, Ana Emilia Quezado de

Estudo tafonômico de afloramentos contendo vertebrados fósseis das Bacias do Iguatu, cretáceo inferior, nordeste do Brasil./ Ana Emilia Quezado de Figueiredo - Porto Alegre : IGEO/UFRGS, 2009.

[125 f.] il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, RS - BR, 2009.

1. Tafonomia. 2. Vertebrados. 3. Grupo Iguatu. 4. Bacias do Iguatu. 5. Eocretáceo. I. Título.

Catálogo na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Renata Cristina Grün CRB10/1113

À minha mãe,

AGRADECIMENTOS

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro;
- Ao Coordenador do PPGGeo, Dr. Léo Hartmann, ao Robertinho e a Letícia Barbosa e Elen de Lima, pelos esclarecimentos e ajuda;
- Ao Dr. Cesar L. Schultz, pela orientação, amizade e paciência;
- Ao Daniel, pela ajuda diária, discussões e carinho sempre;
- À minha família em Fortaleza, especialmente à minha mãe, pelo apoio constante;
- A Dra. Marina B. Soares pelo apoio e esclarecimentos, em todos os momentos em que a procurei;
- Aos professores do PPGGEO, especialmente, ao professor Michael Holz;
- Ao Dr. Vítor Pereira e ao Dr. Luiz Fernando De Ros, pelo auxílio na identificação dos minerais nas lâminas petrográficas, e realização das fotografias das mesmas;
- A Felipe Lima Pinheiro, pelas ajudas em campo, e discussões;
- Aos colegas e amigos de Porto Alegre: Paula, Cristina, Alexandre, Juan, Elizete, Ednair, Paulo Vítor, Annie, Ana, Graci, Lorena, Bianca, Bruno Arantes, Bruno Horn, Flávio, Paulinho, Tiago, Téó, Rodolfo, Eliel, Adriana, Vanessa, Renato;
- Aos companheiros de campo: Alexandre, Paula, Cristina e Juan, pelas discussões, aprendizado constante e diversão garantida;
- Aos membros da Banca Examinadora;
- A todos que me auxiliaram com bibliografia, especialmente, a Dra. Cristina Bertoni-Machado;
- Aos amigos de Fortaleza, e que conquistei durante esses dois anos, por sempre perguntarem como estava indo, e por me ajudar, especialmente com a minha saúde mental;
- Enfim a todos que da sua maneira contribuíram para a realização deste trabalho:

Obrigada!

*“Eu gosto de catar o mínimo e o escondido.
Onde ninguém mete o nariz, aí entra o meu,
com a curiosidade estreita e aguda que
tenta descobrir o encoberto.”*

Machado de Assis

RESUMO

Alguns afloramentos das bacias de Icó, Malhada Vermelha e Lima Campos (Cretáceo Inferior), Estado do Ceará, foram estudados objetivando compreender os ambientes deposicionais onde foram preservados os fósseis de vertebrados. Estes fósseis encontram-se desarticulados e fragmentados, entre outras características. Através do levantamento destes dados, foi possível estabelecer modelos tafonômicos para cada afloramento, e, tentativamente, distinguir os diversos modos de preservação destes restos fossilizados. Observou-se que o padrão de formação destas tafocenoses está relacionado a ambientes altamente energéticos, como em depósitos relacionados a eventos de rompimento de diques marginais (*crevasse splay*), onde elementos que já se encontravam desarticulados eram transportados, causando a intensa fragmentação dos mesmos.

Palavras-chave: Cretáceo Inferior; bacias de Icó, Malhada Vermelha e Lima Campos; modelos tafonômicos.

ABSTRACT

Some outcrops from Icó, Malhada Vermelha and Lima Campos basins (Early Cretaceous), State of Ceará, were studied for a better understanding of the depositional systems where vertebrate fossils were preserved. These fossils were found disarticulated, fragmented, among others features. Through of these data, it was possible to determinate taphonomic models for each outcrop, and, tentatively, to distinguish the different ways of preservation of those fossils. It was observed that the formation pattern of those taphocenoses are related with highly energetic environments, like crevasse splay, where the disarticulated elements were transported, causing the intense fragmentation of the bones.

Keywords: Early Cretaceous; Icó, Malhada Vermelha and Lima Campos basins; taphonomic models.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01:** Mapa de localização das principais bacias mesozóicas interiores do Nordeste e bacias maiores adjacentes. O retângulo pontilhado mostra a localização das Bacias do Iguatu (Modificado de Arai 2006b) 02
- Figura 02:** Subdivisões da Tafonomia e os eventos responsáveis pela origem das concentrações fossilíferas (Modificado de Simões & Holz, 2000) 03
- Figura 03:** Estruturas populacionais de tanatocenoses resultantes de diferentes eventos de morte (Modificado de Holz & Simões, 2002) 04
- Figura 04:** Ficha para coletas orientadas de fósseis de vertebrados (Holz & Barberena, 1989) 07
- Figura 05:** Modelo tafonômico proposto para as concentrações de mesossaurídeos da Formação Irati, Bacia do Paraná (Soares, 2003) 08
- Figura 06:** Classes tafonômicas observadas nas assembléias de vertebrados triássicas no Rio Grande do Sul, relacionadas com o tempo de exposição (Modificado de Holz & Barberena, 1994) 09
- Figura 07:** Reconstrução dos eventos *post mortem* que afetaram o espécime SMNK 3804 PAL de *Susisuchus anatoceps* (Retirado de Salisbury *et al.*, 2003) 12
- Figura 08:** *Lepidotes "iguatuensis"* Vogel, 1976, *nomen nudum*, proveniente da Bacia de Malhada Vermelha. Percebe-se o estado desarticulado e fragmentário do espécime (Modificado de Vogel, 1976) 15
- Figura 09:** Desenho da distribuição de pegadas de dinossauros próximas a São Romão, Bacia de Lima Campos, Formação Icó. 16
- Figura 10:** Área de abrangência do Borborema Megatracksite nas bacias interiores do nordeste do Brasil (Retirado de Fortier *et al.*, 2006) 17
- Figura 11:** Propostas bioestratigráficas baseadas para as Bacias de Iguatu baseadas em diversos grupos fósseis (Retirado de Arai, 2006b). 18
- Figura 12:** Mapa localizando as Bacias do Iguatu, destacando-as entre as demais bacias (Modificado de Carvalho, 2000) 21
- Figura 13:** Proposta litoestratigráfica de Ponte *et al.*, 1990, com a utilização de três unidades formais 23
- Figura 14:** Correlação litoestratigráfica entre as bacias de Iguatu, Malhada Vermelha e Lima Campos, segundo Srivastava (1990) 25

Figura 15: A utilização de unidades informais também pode ser vista no levantamento realizado por Cavalcanti & Viana (1992), onde as autoras descrevem os sistemas deposicionais para as bacias estudadas. Legenda: 1 – Arenito, 2 – Pelito, 3 – Conglomerado, 4 – Embasamento, 5 – Laminação Cruzada, 6 – Níveis carbonáticos	25
Figura 16: Arcabouço estratigráfico para a Bacia de Lima Campo, segundo Ponte Filho, 1994. Notar a correlação das denominações formais (Formação, Membro) propostas por Ponte <i>et al.</i> (1990) e as Tectono-Sequências	26
Figura 17: Posição espacial da Bacia de Iguatu e sua geometria interna em forma de concha (Modificado de Bedregal & Chemale Jr., 1992)	28
Figura 18: Mapa das Bacias do Iguatu, destacando os afloramentos visitados durante os trabalhos de campos	32
Figura 19: Exemplo de foto-mosaico do afloramento IG – 039	33
Figura 20: Ficha da caderneta de campo utilizada no levantamento de dados litológicos dos afloramentos que possuíam vertebrados fósseis	34
Figura 21: Ficha para a coleta de dados tafonômicos (Modificado de Holz & Barberena, 1989)	36
Figura 22: Gêneros representativos de Semionotidae. A, <i>Araripelepidotes</i> . B, <i>Lepidotes</i> . C, <i>Paralepidotus</i> . D, <i>Pliodetes</i> . E, <i>Semionotus</i> . (Modificado de Maisey (1991), McCune (1996), Gallo <i>et al.</i> (2002), Cavin & Suteethorn (2006), Fortier (2008))	38
Figura 23: Estrutura básica de um semionotídeo, aqui representado por <i>Araripelepidotes temnurus</i> (Modificado de Fortier, 2008)	39
Figura 24: Distribuição geográfica simplificada de Semionotidae nos diversos continentes do planeta (Modificado de Fortier, 2008)	40
Figura 25: Distribuição geográfica dos semionotídeos brasileiros (Retirado de Fortier, 2008)	41
Figura 26: Exemplares de fósseis de Semionotídeos provenientes das bacias de Lima Campos (B) e Malhada Vermelha (A; C).	42
Figura 27: Representações de <i>Axelrodichthys</i> (Modificado de Maisey, 1986).	44
Figura 28: <i>Mawsonia brasiliensis</i> , celacantídeo descrito para a Bacia do Araripe. (Modificado de Yabumoto 2002).	44

- Figura 29:** Relações filogenéticas do grupo Mawsoniidae e com o clado Latimeridae (Modificado de Carvalho, 2002). 45
- Figura 30:** Elementos cranianos e mandibulares atribuídos a *Mawsonia* sp., provenientes da Bacia de Lima Campos, Formação Malhada Vermelha. 46
- Figura 31:** Aspectos gerais de um tubarão hibodontídeo (Modificado de Maisey, 1982). 47
- Figura 32:** Distribuição geográfica das ocorrências de tubarões hibodontídeos nas bacias sedimentares brasileiras. 48
- Figura 33:** Dentes de *Planohybodus* sp. provenientes da Bacia de Lima Campos (IG – 039). A. LP0002LC – vista lingual, B. LP0002LC – vista labial; C. UFRGS-PV0021K – vista labial, D. UFRGS-PV0021K – vista lingual; E. UFRGS-PV0022K – vista labial, F. UFRGS-PV0022K – vista lingual. Escala: 1 mm (Modificado de Pinheiro, 2008). 49
- Figura 34:** Alguns representantes da grande diversidade de formas de crocodylomorfos. A, *Terrestrisuchus* e B, *Pseudohesperosuchus*, formas triássicas bastante gráceis (esfenosúquídeos). C, *Orthosuchus* e D, *Protosuchus*, formas terrestres jurássicas (protosúquios). E, *Pelagosaurus* e F, *Geosaurus*, formas marinhas juro-cretáceas (talatosúquios). G, *Araripesuchus* e H, *Stratiotosuchus*, formas cursoriais cretáceas (notosúquios). I, *Caiman*, J, *Crocodylus* e K, *Gavialis*, formas semi-aquáticas modernas (eusúquios) (Retirado de Fortier, 2008). 51
- Figura 35:** Principais diferenças entre as três principais subordens de Crocodylia (=Crocodylomorpha), na classificação tradicional. As coanas estão indicadas pelo desenho cinza e rachurado, e as vértebras encontram-se representadas em vista lateral esquerda. A, *Orthosuchus stormbergi*, palato secundário incipiente e vértebras anficélicas. B, *Steneoaurus durobrivensis*, palato secundário desenvolvido, mas não completo, e vértebras anficélicas. C, *Albertochampsia langstoni*, palato secundário completamente desenvolvido e vértebras procélicas (Retirado de Fortier, 2008) 52
- Figura 36:** Atual classificação dos Crocodylomorpha (Modificado de Fortier, 2008). 53
- Figura 37:** Distribuição geográfica das ocorrências de crocodylomorfos nas bacias sedimentares brasileiras. 54

Figura 38: Fragmento craniano (UFRGS-PV0001K) atribuído a Susisuchidae, proveniente da Bacia de Lima Campos, Formação Lima Campos (Escala: 1 cm)	55
Figura 39: Desenho esquemático da localização presumida dos osteodermos hexagonais (com base em outras formas aquáticas) e o espécime UFRGS – PV 0020K, em vista dorsal (à esq.) e ventral (Escala: 1cm)	55
Figura 40: Escama ganóide coletada no afloramento IG – 084 (Arima, 2007)	56
Figura 41: Vista geral do afloramento IG – 039, Bacia de Lima Campos.	58
Figura 42: Perfil esquemático do afloramento IG – 039.	59
Figura 43: Vista geral do afloramento IG – 150, Bacia de Lima Campos..	61
Figura 44: Perfil esquemático do afloramento IG – 150.	62
Figura 45: Vista geral do afloramento IG – 254, Bacia de Icó.	63
Figura 46: Perfil esquemático do afloramento IG – 254.	64
Figura 47: Bloco contendo icnofósseis de invertebrados e fragmentos ósseos, proveniente da Bacia de Malhada Vermelha (IG – 087), escala: 18 cm.	65
Figura 48: Escama ganóide disposta de maneira concordante em relação à estratificação das fácies de Arenito Fino.	71
Figura 49: Distribuição polimodal dos fósseis preservados na fácies de Arenito Fino.	72
Figura 50: Fóssil disposto obliquamente em relação a matriz de Arenito Grosso com extra-clastos.	72
Figura 51: Foto em detalhe do afloramento IG – 039, indicando os pontos aonde foram coletados fósseis de vertebrados	74
Figura 52: Bloco de rocha contendo elementos fósseis de diferentes tamanhos, indicando o grau de seleção polimodal desta tafocenose	75
Figura 53: Elementos fósseis distribuídos de maneira polimodal nas fácies de Arenito fino com Estratificação Cruzada Cavalgante	76
Figura 54: Escama ganóide, destacando a estrutura quebradiça da camada de ganoina.	77
Figura 55: Vista occipital do fragmento craniano, indicando o achatamento ocorrido no lado esquerdo, evidenciado pela deformação do osso Quadrado (q).	78
Figura 56: Bloco de rocha proveniente de IG – 158, indicando a alta densidade de elementos fósseis	79

- Figura 57:** Bloco LP0005LC, indicando a distribuição polimodal existente no afloramento IG – 158, e os diferentes tamanhos dos fósseis coletados. 80
- Figura 58:** Elementos fósseis com alto grau de desgaste, não podendo ser observado a camada de ganoína das escamas, e elementos ósseos com superfícies sem ornamentações ou outras feições superficiais. 81
- Figura 59:** Elementos ósseos dispostos de maneira concordante em relação às camadas sedimentares (Escala: 18 cm). 82
- Figura 60:** Fragmento ósseo onde é possível observar estruturas de ornamentação, indicando menor desgaste do mesmo. 83
- Figura 61:** Escamas provenientes da Bacia de Icó (IG – 254), mostrando a percolação por Óxido de Ferro. Aumentos de 2,5x e 5x, da esquerda para a direita, respectivamente. 88
- Figura 62:** Escama ganóide proveniente da Bacia de Lima Campos (IG – 039), ilustrando a boa preservação da mesma. Aumento de 2,5x. 88

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Propostas Litoestratigráficas para as Bacias do Iguatu (Modificado de Ponte <i>et al.</i> , 1990 e Cavalcanti & Viana, 1992).	22
Tabela 02: Resumo das fácies com suas descrições e interpretações, relacionando com os elementos arquiteturais observados (Retirado de Arima, 2007).	35
Tabela 03: Relação dos fósseis tombados utilizados nas análises tafonômicas.	70

SUMÁRIO

1.	Introdução	01
1.1.	Conceitos Tafonômicos	02
1.1.1.	Morte	03
1.1.2.	Desarticulação e Transporte	04
1.1.3.	Soterramento Final	06
1.1.4.	Diagênese	06
1.2.	A Pesquisa de Tafonomia de Vertebrados no Brasil	06
1.3.	Tafonomia de Vertebrados: Importância e Aplicações	13
1.4.	Histórico das Pesquisas nas Bacias do Iguatu	14
1.5.	Localização da Área de Estudo	20
1.6.	Contextualização Geológico-Estratigráfica das Bacias do Iguatu	21
1.6.1.	Bacia de Iguatu	27
1.6.2.	Bacia de Malhada Vermelha	28
1.6.3.	Bacia de Lima Campos	29
1.6.4.	Bacia de Icó	29
2.	Objetivos	30
3.	Metodologia	31
3.1.	Procedimentos Pré-Campo	31
3.2.	Procedimentos Em Campo	31
3.3.	Procedimentos Pós-Campo	36
4.	Composição Faunística de Vertebrados das Bacias do Iguatu	37
4.1.	Semionotidae	37
4.2.	Actinistia	43
4.3.	Hibodontiformes	46
4.4.	Crocodilomorfos	50
5.	Contextualização Geológica dos Afloramentos em Estudo	56
6.	Análise Tafonômica	66
6.1.	Pontos de Coleta e Lista de Material	66
6.2.	Descrição das Concentrações Fossilíferas	70
6.2.1.	Bacia de Icó	71

6.2.2. Bacia de Lima Campos	74
6.2.3. Bacia de Malhada Vermelha	80
6.3. Modelos Tafonômicos	83
6.3.1. Bacia de Icó	83
6.3.2. Bacia de Lima Campos	84
6.3.3. Bacia de Malhada Vermelha	85
6.4. Parâmetros Tafonômicos	86
6.4.1. Morte	86
6.4.2. Desarticulação e Transporte	86
6.4.3. Soterramento Final	87
6.4.4. Diagênese	87
7. Considerações Finais	89
8. Referências Bibliográficas	91
Anexos	108

1. Introdução

As bacias de Iguatu, Malhada Vermelha, Lima Campos e Icó, agrupadas por alguns autores como “Bacias do Iguatu”, localizadas no estado do Ceará, totalizam uma área de aproximadamente 1135 km² (Fig. 01). Estas bacias estão implantadas sobre a Província da Borborema e, juntamente com as bacias do Araripe, do Rio do Peixe e da Mirandiba (além de outras menores), são conhecidas como “bacias interiores do Nordeste” (Ponte, 1992).

As pesquisas na região da Bacias do Iguatu iniciaram no começo do século XX, com os trabalhos de Small (1913) e Moraes (1924). Desde então, outros trabalhos foram realizados, enfocando principalmente o conteúdo geológico (litológico, estratigráfico e tectônico), enquanto poucos trabalhos exploraram o potencial paleontológico das mesmas.

A escassez de estudos paleontológicos é contraditória com que é descrito, mesmo que de forma de superficial, a respeito dos fósseis que foram encontrados nas Bacias do Iguatu. Estes trabalhos, porém, revelam uma considerável diversidade fóssilífera para as Bacias do Iguatu, nas quais já foram registrados conchostráceos, ostracodes, moluscos, possíveis larvas de insetos, fragmentos de peixes, de répteis e de crocodilomorfos, polens, esporos, fragmentos vegetais e icnofósseis de invertebrados e vertebrados (principalmente pegadas de dinossauros terópodes e ornitópodes) (Tinoco & Mabeoone, 1975; Vogel, 1976a, b; Ponte *et al.*, 1990; Mussa *et al.*, 1991; Leonardi & Spezzamonte, 1994; Fortier & Schultz, 2006b).

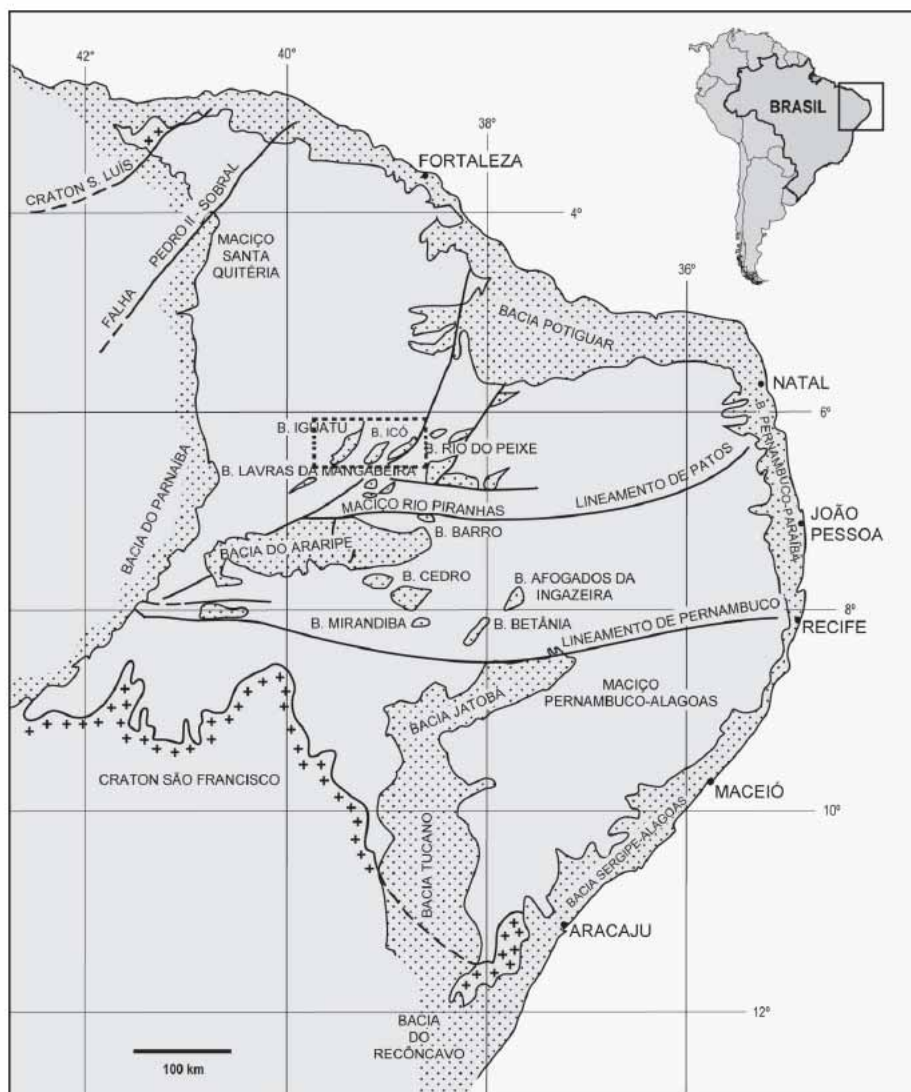


Figura 01: Mapa de localização das principais bacias mesozóicas interiores do Nordeste e bacias maiores adjacentes. O retângulo pontilhado mostra a localização das Bacias do Iguatú (Modificado de Arai 2006b).

1.1. Conceitos tafonômicos

Desde a descoberta dos primeiros fósseis, os naturalistas buscam compreender como fora possível a preservação dos mesmos. No entanto, somente a partir da década de 1940 com os estudos de Efremov (1940; 1958), é que a busca de explicações para a passagem de um ser vivo da biosfera para a litosfera começou a ser estabelecida através de uma nova ciência: a Tafonomia (do grego *tafos* = sepultamento e *nomos* = leis).

Nas últimas décadas, a Tafonomia tornou-se indispensável em muitas áreas das geociências e biociências (paleontologia), sendo considerada uma pedra fundamental para a paleoecologia (Holz & Simões, 2002). Dentro da paleontologia diversas subáreas utilizam os conhecimentos tafonômicos para melhor compreensão das assembléias fossilíferas em estudo.

A Tafonomia envolve, tradicionalmente, dois campos de pesquisa: a Bioestratinomia, que consiste na história sedimentar dos restos orgânicos, incluindo os processos de abrasão, fragmentação, desarticulação, orientação e seleção; e a Fossildiagênese, compreendendo os processos químicos iniciados logo após a morte do organismo, os quais serão responsáveis pelo tipo de fossilização deste (Fig. 02).

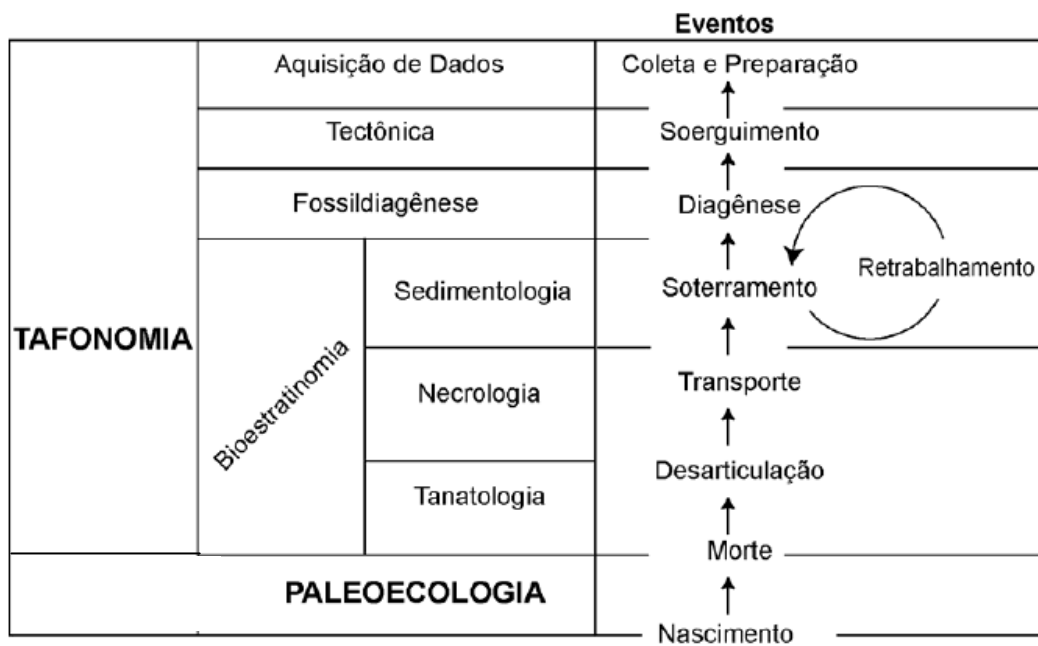


Figura 02: Subdivisões da Tafonomia e os eventos responsáveis pela origem das concentrações fossilíferas (Modificado de Simões & Holz, 2000).

1.1.1 Morte

Deste modo, a história tafonômica de um organismo inicia-se com a sua morte. Na natureza existem, basicamente, dois tipos de mortandade. A *morte seletiva* e *morte não seletiva* ou *catastrófica*. Estes diferentes tipos de mortes influenciam diretamente na conformação da concentração fossilífera (Bertoni-Machado, 2008).

O primeiro tipo de morte, afeta determinadas faixas de idades na população e está relacionada a fatores como envelhecimento, doença ou predação. Devido à seleção de determinadas faixas etárias, é possível observar em análises uma distribuição bimodal. Já a *morte catastrófica* está relacionada a eventos de grande magnitude como enchentes, tempestades e secas, atingindo grande parte da população (Holz & Simões, 2002). Quando ocorre este tipo de mortandade, é possível observar na tafocenose uma distribuição etária refletindo, aproximadamente, a composição original da biocenose (Fig. 03)

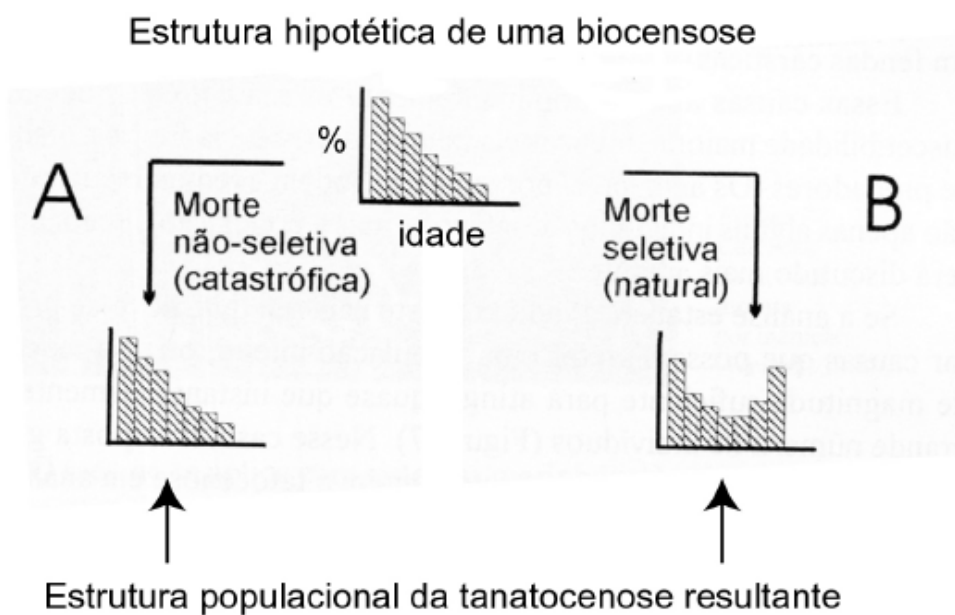


Figura 03: Estruturas populacionais de tanatocenoses resultantes de diferentes eventos de morte (Modificado de Holz & Simões, 2002).

1.1.2. Desarticulação e Transporte

Estes dois parâmetros estão intimamente relacionados, uma vez que a desarticulação muitas vezes ocorre devido a eventos de transporte.

A desarticulação também está associada ao período entre a morte de um organismo e seu soterramento. Assim, se o soterramento ocorre antes da completa necrólise dos tecidos moles de um esqueleto, por exemplo, este será preservado praticamente inteiro e articulado. Caso contrário, se o organismo fica sujeito a processos bióticos e abióticos, estará mais suscetível a desarticulação de seus constituintes.

De maneira geral, a desarticulação inicia pelas articulações mais móveis, sendo, portanto está dependente da anatomia do organismo analisado, além de fatores externos como clima e necrófagos.

Na história tafonômica de um vertebrado, a seqüência de desarticulação é um fator importante, uma vez que fornece subsídios para o entendimento dos processos ocorridos no período pós-morte/pré-soterramento (Holz & Simões, 2002).

Como dito anteriormente, fatores externos podem influenciar na desarticulação dos elementos ósseos. Como a ação de necrófagos, ou pisoteio (*trampling*), resultando em uma concentração de ossos isolados e fragmentados, mas que não foram transportados.

Assim, uma característica que deve ser observada, para evidenciar o transporte de elementos ósseos, é o sedimento em que estes estejam inseridos. Observa-se que à medida que o sedimento se afasta da área-fonte, aquele diminuirá e será mais arredondado. Assim, cada depósito tem suas características sedimentológicas próprias, proporcional ao distanciamento da área-fonte (Holz & Simões, 2002). Esta evidência é importante, pois elementos fósseis atuam como partícula sedimentar nos sistemas deposicionais.

O principal agente de transporte em sistemas continentais é a água. E esta se move sob dois regimes: o de fluxos unidirecionais (canais de rios) e fluxos oscilatórios (ondas) ou sob os dois tipos. O transporte seletivo de fósseis de vertebrados em sistemas continentais, relacionados a fluxos unidirecionais, segue a equivalência hidráulica exposta no parágrafo anterior.

O reconhecimento do grau de transporte dos fósseis implica na formação de assembléias autóctones ou alóctones, sendo estes quando os elementos encontrados não estão em seu habitat natural. Portanto, para interpretações paleoecológicas é de suma importância conhecer a assembléia que está sendo trabalhada, uma vez que estas informações devem ser resgatadas do ambiente onde os organismos viviam e não onde morreram e foram soterrados (Behrensmeyer & Boaz, 1980).

Por conta do transporte sofrido pelos organismos no estágio pré-soterramento, é possível observar nos restos fósseis algumas características como fragmentação, abrasão, bioerosão e dissolução, que estão relacionados ao tempo de exposição destes elementos, bem como ao grau de intemperismo (Bertoni-Machado, 2008).

1.1.3. Soterramento final

O soterramento constitui o passo decisivo na preservação e na possível formação do fóssil. Este muitas vezes está relacionado a eventos de grande magnitude onde, uma grande quantidade de sedimentos é transportada, ocasionando no soterramento da biota vivente na região atingida.

1.1.4. Diagênese

A diagênese compreende os processos que levam a formação dos fósseis, genericamente denominados de fossilização. Estes processos podem ser agrupados em três categorias de preservação (Mendes, 1988): total, sem alteração dos restos esqueléticos e com alteração dos restos esqueléticos.

1.2. A Pesquisa de Tafonomia de Vertebrados no Brasil

No Brasil, a tafonomia pode ser considerada uma área relativamente jovem, tendo sido pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul os pioneiros, com trabalhos sobre as faunas Permo-Triássica. O primeiro trabalho data de 1989, (Holz & Barberena) onde os autores introduzem formalmente esta ciência no país, abordando a importância da Tafonomia para o estudo de paleovertebrados. Além de ser o primeiro trabalho em língua portuguesa, este possui informações sobre a coleta de fósseis de vertebrados tafonomicamente orientados, integrados em uma ficha com o intuito de sistematizar a coleta e assim evitar perda de dados (Fig. 04).

Localidade:	Desenho do afloramento (perfil lateral)	Número no mapa-base		
Coordenada NS:				
Coordenada EW:				
Cota/altitude:				
Tipo de fóssil:				
Modo tafonômico de ocorrência: <input type="checkbox"/> jeito de osso (elementos inteiros e fragmentos com denso empacotamento) <input type="checkbox"/> ossos isolados fragmentados <input type="checkbox"/> ossos isolados inteiros <input type="checkbox"/> segmentos articulados inteiros <input type="checkbox"/> segmento articulado de esqueleto <input type="checkbox"/> esqueleto articulado e bastante completo	Amostra Número:	Rocha <input type="checkbox"/> Fóssil <input type="checkbox"/>	Fotos:	
Observações adicionais:	Perfil vertical medido	Altitude dos ossos longos		
		Tipo de osso	Dirigido	Meiguiho

Figura 04: Ficha para coletas orientadas de fósseis de vertebrados (Holz & Barberena, 1989).

Buscando compreender as assembléias fossilíferas do Permo-Triássico do Rio Grande do Sul, desde a década de 1990, pesquisadores daquela universidade vêm realizando estudos tafonômicos (Holz, 1991).

A partir daí, começaram a surgir novos trabalhos de cunho tafonômico, referentes a distintas unidades permo-triássicas do sul do Brasil. Para o Permiano, Klein *et al.* (1997) integraram dados tafonômicos de pelecípodes e peixes com o intuito de interpretar o ambiente deposicional da Formação Teresina (Permiano Superior). Sobre a assembléia de Mesosauridae da Formação Irati (Permiano Inferior) Soares *et al.* (1998) relacionaram os diferentes pacotes sedimentares aos distintos tipos de fossilização, especialmente no que se referia à constituição dos minerais que preencheram poros e cavidades. Posteriormente, Soares (2003) propôs, para as mesmas assembléias, um modelo tafonômico que estaria relacionado a diversos eventos de tempestades (Fig. 05), com distintos momentos de soterramento, retrabalhamento e redeposição.

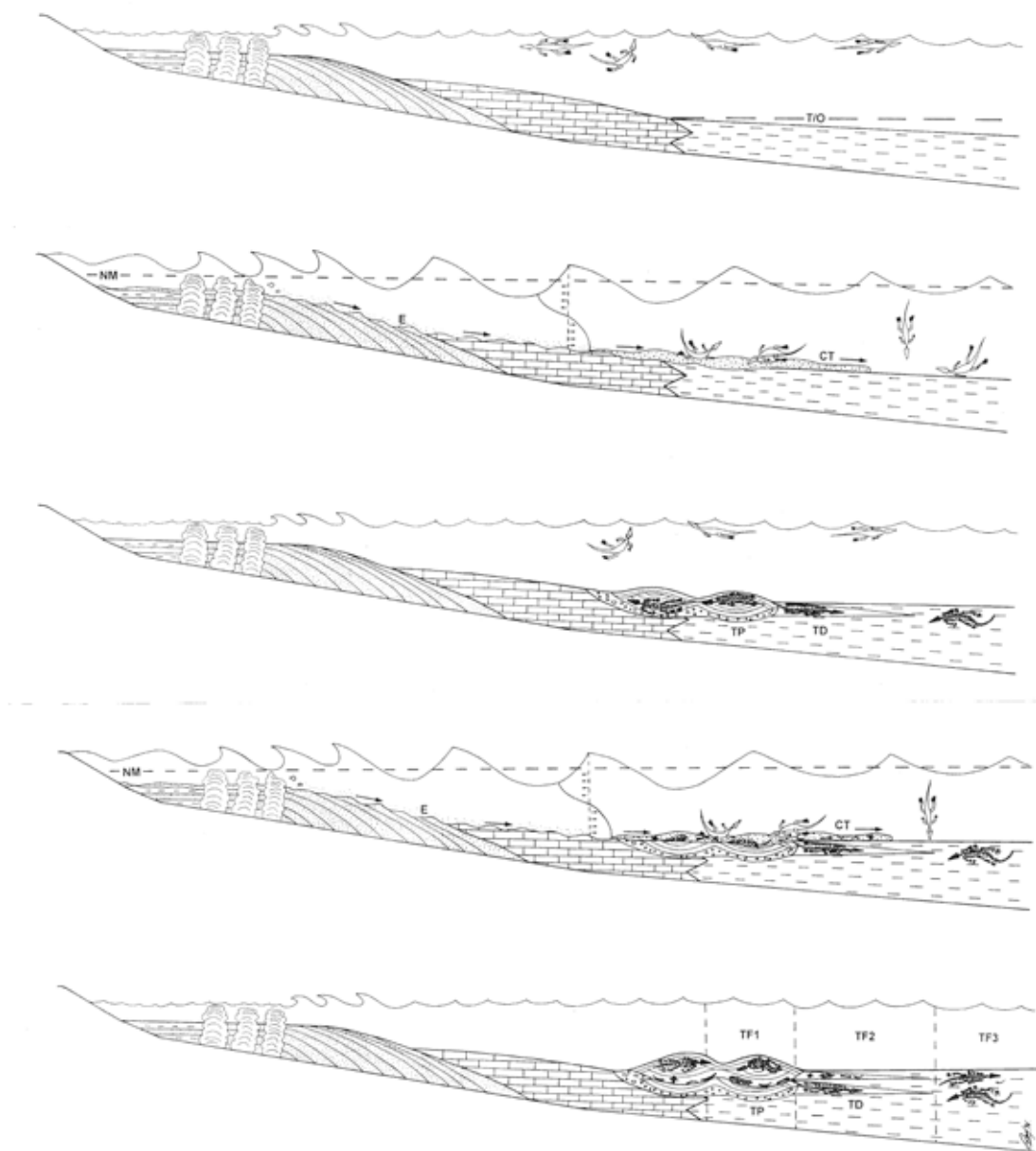


Figura 05: Modelo tafonômico proposto para as concentrações de mesossaurídeos da Formação Irati, Bacia do Paraná (Soares, 2003).

A respeito do Triássico, Holz & Barberena (1994) descrevem a gênese da concentração da paleoherpetofauna, apresentando as diversas classes tafonômicas presentes (Fig. 06) e Holz & Souto-Ribeiro (2000) discutiram a influência dos diferentes sistemas fluviais na formação das assembléias fossilíferas. Martinelli (2007) realiza um estudo de caso sobre as concentrações fossilíferas de um afloramento da Cenozona de Therapsida da Formação Santa Maria (Triássico Médio).

Alguns trabalhos tafonômicos consideram a ação biogênica como controladora de algumas assembléias fossilíferas (Bertoni-Machado & Holz, 2006; Bertoni-Machado *et al.*, 2008). Mori (2006) ao descrever o estado de preservação de um Arcosauriforme, levantou algumas hipóteses sobre o mesmo, incluindo diferentes tempos de exposição ou ação biogênica, sem contudo chegar a uma conclusão definitiva. Estes trabalhos estão voltados, principalmente, ao enfoque bioestratigráfico.



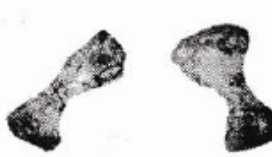

Classes tafonômicas	Esquema de desarticulação	Significado <i>P = tempo entre morte e enterramento final</i> <i>T = processo tafonômico</i>
Classe 1 (Esqueletos articulados e bastante completos)		<i>P = muito curto, da ordem de dias</i> <i>T = carcaça em deriva, rapidamente soterradas</i>
Classe 2 (Segmentos esqueléticos articulados e crânios sem mandíbulas)		<i>P = dezenas de semanas</i> <i>T = carcaças expostas a desarticulação inicial por intemperismo e ação biótica</i>
Classe 3 (Elementos pós-craniais isolados)		<i>P = dezenas de semanas e alguns anos</i> <i>T = ação prolongada dos fatores intempéricos e bióticos (incluindo trampling e necrofagia)</i>
Classe 4 (Elementos esqueléticos fragmentados)		<i>P = muitos longo, perto do limite de resistência dos ossos os intemperismo (15 a 20 anos)</i> <i>T = ação prolongada e extrema de intemperismo e fatores bióticos</i>

Figura 06: Classes tafonômicas observadas nas assembléias de vertebrados triássicas no Rio Grande do Sul, relacionadas com o tempo de exposição (Modificado de Holz & Barberena, 1994).

De outra parte, buscando compreender a diagênese dos fósseis, alguns trabalhos vem sendo realizados, a maioria sobre os tetrápodes triássicos do RS (Holz & Schultz, 1998; Reichel *et al.*, 2005; Horn, *et al.*, 2007; Bertoni-Machado *et al.*, 2008).

Trabalhando com a megafauna de mamíferos pleistocênicos do sul do Brasil, Lopes *et al.* (2001) descreveram o modo de ocorrência destes fósseis do arroio Chuí, comparando-o com o que se observava no registro fóssilífero correspondente na costa do Rio Grande do Sul, buscando uma melhor compreensão paleoambiental e estratigráfica dos sistemas lagunares ali existentes.

Na região Sudeste, a maioria dos trabalhos está relacionada à Bacia Bauru, onde são discutidos os eventos que deram origem ao registro fóssilífero (Bertini *et al.*, 2003; Pires – Domingues *et al.*, 2005) e os diferentes padrões de mortalidade que ocorrem na herpetofauna (Pires – Domingues & Anelli, 2006; Vasconcellos & Carvalho, 2006), que apontam a existência de eventos cíclicos no Cretáceo Superior desta Bacia. Além disso, Vasconcellos & Carvalho, 2006, introduziram um novo tipo de abordagem, buscando a compreensão da etologia de um indivíduo através dos dados tafonômicos a ele associados.

Algumas bacias sedimentares do meio norte e nordeste do Brasil foram objeto de estudos tafonômicos. Os depósitos cretáceos da Formação Alcântara, Bacia de São Luís, por exemplo, são conhecidos pelos níveis conglomeráticos (a “Laje do Coringa” e outros) onde os elementos fósseis encontram-se retrabalhados, indicando diversas histórias tafonômicas e diagenéticas em ambientes deposicionais de planícies de maré e marinho litorâneo (Ferreira *et al.*, 1995; Holz *et al.*, 2001; Medeiros *et al.*, 2001; Medeiros & Schultz, 2001).

Nas bacias de Alagoas, do Parnaíba e da Paraíba, foram utilizados diversos parâmetros tafonômicos, bem como coletas orientadas (Nascimento *et al.*, 2005; Preta & Gallo, 2006; Cunha, 2007), em busca de mais dados paleoecológicos referentes à ictiofauna existente nas mesmas.

Sobre os depósitos pleistocênicos, Santos *et al.* (2002) discutem as diversas feições tafonômicas presentes nos fósseis provenientes de tanques do município de Maravilha, Estado do Rio Grande do Norte, que foram analisados com o intuito de inserir novos e melhores dados paleoecológicos para estes depósitos (Silva, 2005). Entretanto, estes trabalhos restringem-se a resumos e não incluem, portanto, maiores discussões.

Dentre as bacias interiores do nordeste, somente a Bacia do Araripe foi, até o momento, enfoque de estudos tafonômicos. Isto ocorre devido à grande quantidade e diversidade fóssil ali existente, bem como o excepcional grau de preservação dos mesmos. Mesmo assim, existem apenas dois relatos, a respeito de aspectos paleoecológicos e preservacionais da Formação Brejo Santo (Silva *et al.*, 2001; Viana, *et al.*, 2002), e alguns trabalhos abordando os fósseis encontrados nos Membro Crato e Romualdo da Formação Santana (*sensu* Assine, 1992) da Bacia do Araripe, mundialmente famosos devido ao estado preservacional dos fósseis ali encontrados, sendo consideradas como *Fossil Lagerstätten* (Kellner, 2002; Martill & Bechly, 2008). Martill (1988) buscou elementos para compreender a formação das concreções do Membro Romualdo e a preservação dos tecidos nelas incluídos enquanto Maisey (1991) e Viana & Richter (1998) analisaram o modo de ocorrência dos peixes fósseis que ocorrem nesta unidade.

Kellner, (1994, 2006) discorreu sobre a preservação em tri-dimensional dos pterossauros ali ocorrentes, muitos dos quais mantiveram a sua forma original, além de apresentarem tecidos moles preservados por substituição. Fielding *et al.* (2005) e Oliveira (2007) abordaram alguns aspectos tafonômicos dos Testudines encontrados na Formação Santana. Em diversos táxons de vertebrados dos calcários laminados do Membro Crato é observado um alto grau de preservação de ossos e partes moles, existindo espécimes onde é possível a observação de conteúdo estomacal (Heimhofer & Martill, 2008). Henriques *et al.* (1998), caracterizam tafonomicamente a associação de *Dastilbe* sp. Jordan 1910, reconhecendo a existência de três associações distintas.

Muitas vezes as considerações a respeito da fossilização são feitas juntamente com a descrição dos materiais, como ocorre em Salisbury *et al.* (2003) onde os autores descrevem a excepcional preservação do crocodilomorfo *Susisuchus anatoceps* (Fig. 07).

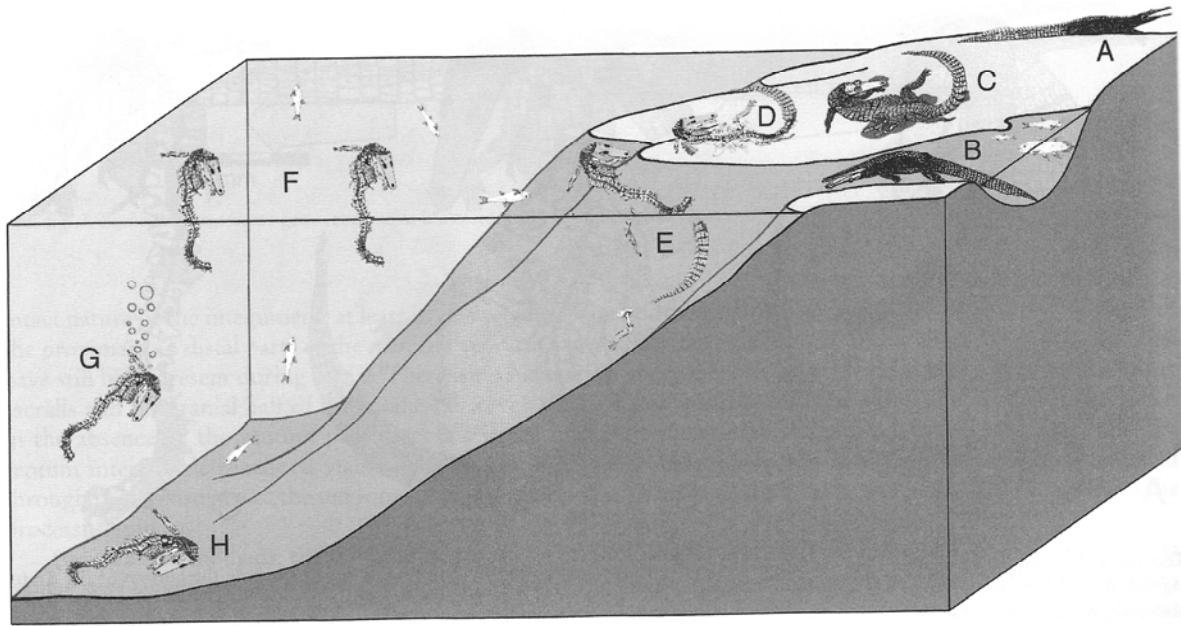


Figura 07: Reconstrução dos eventos *post mortem* que afetaram o espécime SMNK 3804 PAL de *Susisuchus anatoceps* (Retirado de Salisbury *et al.*, 2003).

Estudos tafonômicos nas bacias sedimentares do norte do Brasil são praticamente inexistentes, havendo somente uma referência sobre a Formação Solimões, Bacia do Solimões, Estado do Acre, correspondendo a um resumo sobre os principais modos de ocorrência dos vertebrados fósseis, relacionando-os ao paleoambiente fluvial (Scherer & Souza – Filho, 1997); e sobre a Formação Rio Madeira, Estado de Rondônia, na qual Figueiredo & Nascimento (2008) realizam apenas um estudo preliminar.

Já sobre a tafonomia de icnofósseis de vertebrados, alguns trabalhos foram realizados. Carvalho (2004) discutiu sobre o registro de pegadas no nordeste brasileiro, destacando os diferentes tipos de ambientes preservacionais registrados; Fernandes & Carvalho (2005) relataram os aspectos tafonômicos de pistas de terópodes no deserto Botucatu, indicando a relação entre consistência do substrato e os diferentes tipos de pegadas que podem ser formados e Dentzien *et al.* (2008), fizeram inferências tafonômicas e paleoecológicas a respeito de pegadas de dinossauros e paleotocas de mamíferos(?) do Jurássico Superior (Formação Guará) do Rio Grande do Sul.

Além dos trabalhos científicos acima citados, existem livros e capítulos de livros didáticos que abordam esta temática (Holz *et al.*, 2000; Bertoni-Machado, 2004).

1.3. Tafonomia de Vertebrados: Importância e Aplicações

Os fragmentos ósseos se comportam como partículas sedimentares, e como tal sofrem os mesmos processos de transporte, desgaste e seleção (Holz & Simões, 2002). Estas ações são conhecidas como “processos tafonômicos”, e estes atuam como filtro das informações biológicas, introduzindo tendenciamentos. Deste modo, um dos objetivos da pesquisa tafonômica é compreender como estes tendenciamentos afetaram a morfologia do fóssil e o registro das paleocomunidades (Wing *et al.*, 1992).

De acordo com Dood & Stanton (1981) a importância da Tafonomia está intimamente relacionada ao entendimento das relações existentes entre a assembléia fóssil e a comunidade biológica que lhe deu origem, permitindo a reconstrução desta e o reconhecimento dos processos tafonômicos nela atuantes, de modo a auxiliar na interpretação sobre o ambiente deposicional.

Deste modo, através da Tafonomia é possível reconstruir a história pós-morte de uma tafocenose, podendo extrair informações paleoecológicas e paleoambientais (Behrensmeyer & Kidwell, 1985; Soares, 1996), além de um melhor refinamento taxonômico, uma vez que a diagênese atuante no fóssil pode alterar sua morfologia original, dificultando seu estudo e comparações com outros espécimes (Holz & Schultz, 1998; Reichel *et al.*, 2005; Horn, *et al.*, 2007; Bertoni-Machado *et al.*, 2008).

Os estudos tafonômicos destes vertebrados (Holz & Barberena, 1994; Bertoni-Machado & Holz, 2006), aliado aos estudos sedimentológicos, foram fundamentais no sentido de dar maior suporte às propostas de que a Formação Santa Maria é constituída por depósitos de um ambiente fluvial meandrante no qual ocorreu uma alternância de períodos de seca e outros de maior umidade.

Na Bacia Bauru, Pires-Domingues *et al.* (2007), constataram que muitos dos problemas de interpretações paleoambientais referentes à mesma relacionam-se à escassez de trabalhos tafonômicos e da integração destes com dados estratigráficos, tectônicos, além dos paleontológicos. Os autores destacaram que as informações tafonômicas devem ser buscadas em contextos regionais, com o intuito de melhor compreender as relações ecológicas e definir o viés existente no registro fóssil.

Além das aplicações paleoecológicas, o entendimento sobre a formação de uma assembléia fóssil pode auxiliar nas questões bioestratigráficas, quando é constatada, por exemplo, a existência de mistura temporal nas assembléias fossilíferas, de modo que possam existir paleocomunidades de diferentes períodos preservadas em um mesmo nível, dando a falsa idéia de que foram contemporâneas.

Deste modo, conhecer os processos formadores de uma assembléia fóssil é de suma importância para melhor compreender o ambiente no qual os organismos habitaram e a distribuição temporal dos mesmos, auxiliando no estabelecimento de biozonas melhor resolvidas.

1.4. Histórico das Pesquisas nas Bacias do Iguatu

As primeiras referências escritas às Bacias de Iguatu estão nos trabalhos de Small (1913) que correlaciona estes depósitos ao Arenito Inferior da Bacia do Araripe, e Moraes (1924), que as considerou uma continuação da Série do Rio do Peixe, de idade Cretácea. Desde então, vários outros trabalhos foram realizados, mas sempre com o principal enfoque sendo o conteúdo geológico (Arima, 2007), pouco tendo sido feito acerca do seu conteúdo paleontológico (Ponte *et al.*, 1990).

Oliveira (1940) designou os sedimentos das “Bacias do Iguatu” como pertencentes à Formação Iguatu, e descreveu os pacotes sedimentares locais que compõem as Bacias de Iguatu (proposta seguida por Cruz, 1961, 1962 e Castro, 1963) e Lima Campos (referendada por Melo, 1964 e Silva-Filho, 1992), buscando estabelecer correlações com as bacias próximas, além das tentativas em explicar a história estratigráfica destas bacias. Este tópico será abordado mais detidamente no item 1.6.

Como dito anteriormente, alguns autores (Tinoco & Mabesoone, 1975; Ponte *et al.*, 1990) afirmaram que as Bacias do Iguatu são pouco conhecidas paleontologicamente e que poucos fósseis foram encontrados até o momento. No entanto, apesar do estado fragmentário da maioria dos fósseis, é observável que existe uma boa diversidade nas assembléias, sendo possível encontrar vegetais (polens, esporos, fragmentos vegetais), invertebrados (conchostráceos, ostracodes, moluscos, larvas de insetos) e vertebrados (semionotídeos, dipnóicos, celacantídeos, hibodontídeos, crocodilomorfos). No entanto, muitos destes materiais não foram alvo de estudos taxonômicos e comparativos aprofundados.

O primeiro trabalho sistemático sobre restos fósseis provenientes da Bacia de Iguatu foi realizado por Vogel (1976a) através da descrição de uma nova espécie de peixe semionotídeo denominado *Lepidotes iguatuensis* (Fig. 08). Entretanto, seu status taxonômico é de *nomen nudum*, pois esta espécie não foi formalmente publicada até o presente momento. Além disso, o local onde foi encontrado o material, atualmente, é interpretado como fazendo parte da Bacia de Malhada Vermelha.

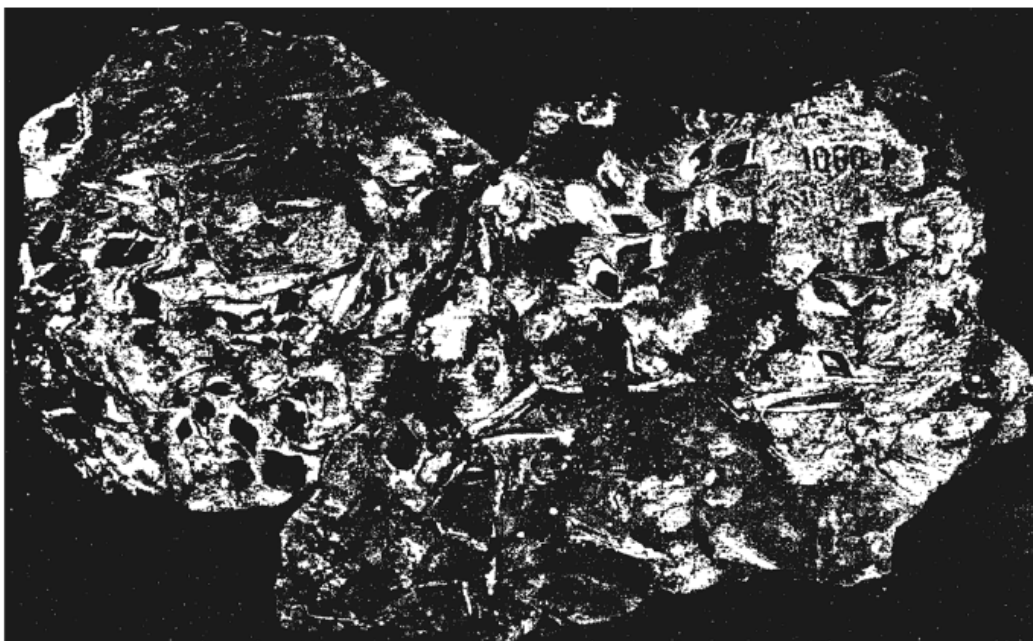


Figura 08: *Lepidotes “iguatuensis”* Vogel, 1976, *nomen nudum*, proveniente da Bacia de Malhada Vermelha. Percebe-se o estado desarticulado e fragmentário do espécime (Modificado de Vogel, 1976b).

Fortier & Schultz (2006a, 2006b) efetuaram uma revisão sobre a paleontologia destas bacias e apresentaram os novos registros de fósseis de vertebrados para as mesmas. Em 2007, estes autores realizaram a identificação de materiais pertencentes a um crocodilomorfo, proveniente da Bacia de Lima Campos, Formação Lima Campos, e consideraram que os mesmos possuem relações de parentesco com *Susisuchus anatoceps* (Salisbury *et al*, 2003), espécie que foi encontrada na Formação Santana, Bacia do Araripe, sendo ambos considerados como grupos-irmãos (Fortier & Schultz, 2009).

Os primeiros achados de vertebrados para a Bacia de Icó, Formação Icó (Fortier *et al.*, 2008), correspondem a escamas relacionadas a *Lepidotes* sp.

Sobre a presença de icnofósseis, há registros de invertebrados (Cruz, 1962; Lemos, 1973; Ponte *et al.*, 1990; Figueiredo & Bertoni-Machado, 2008) e, sobre pegadas de dinossauros nas bacias de Iguatu, Lima Campos (Fig. 09) e Malhada Vermelha (Leonardi & Muniz, 1985; Leonardi, 1989; Srivastava, 1990; Leonardi & Spezzamonte, 1994; Fortier *et al.*, 2006).



Figura 09: Desenho da distribuição de pegadas de dinossauros próximas a São Romão, Bacia de Lima Campos, Formação Icó.

Através de correlação entre aquelas bacias, e as de Uiraúna, Sousa, Araripe e Cedro, foi definido o chamado Borborema Megatracksite (Viana *et al.*, 1993) ampliado por Fortier *et al.* (2006), cuja amplitude pode ser observada na Figura 10.

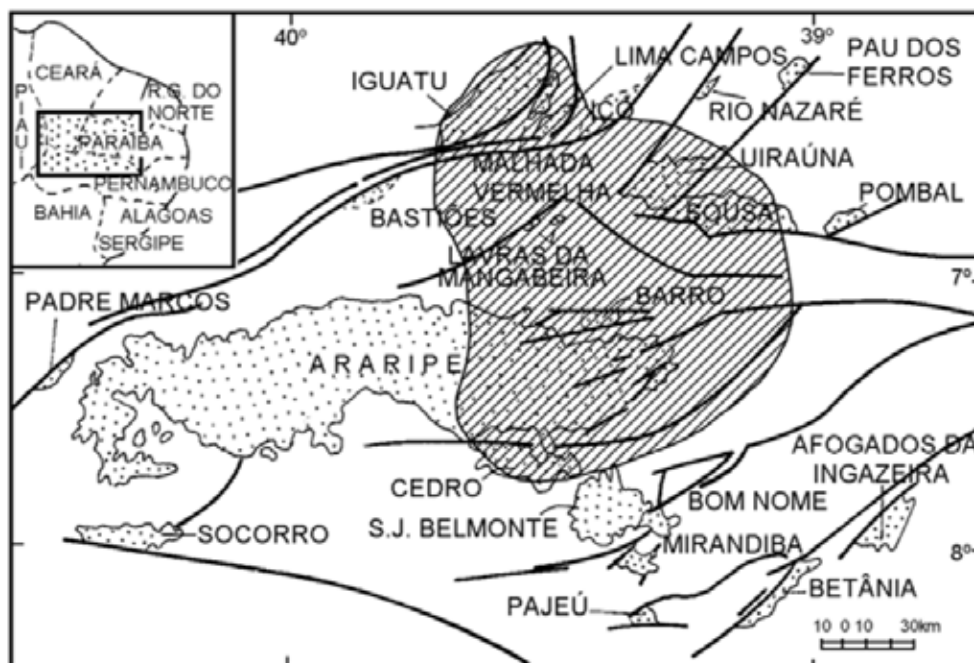


Figura 10: Área de abrangência do Borborema Megatracksite nas bacias interiores do nordeste do Brasil (Retirado de Fortier *et al.*, 2006).

A busca por entender quando as Bacias do Iguatu foram depositadas iniciou-se com o trabalho de Oliveira (1940) onde o autor considera estes depósitos pertencentes ao Triássico e as relaciona com a Bacia do Rio do Peixe. Outros trabalhos fazem correlação crono-litoestratigráficas entre as bacias em questão e a do Araripe (Castro, 1963; SUDENE-ASMIC, 1967), assumindo como Cretáceo, a idade de deposição as mesmas.

O refinamento da contextualização temporal das Bacias do Iguatu foi estabelecido através de datações relativas, por meio de dados palinológicos e paleontológicos (Melo, 1964; Ghignone, 1972; Mabesoone & Campanha, 1973/1974; Tinoco & Mabesoone, 1975; Vogel, 1976; Lima, 1990; Ponte *et al.*, 1990; Carvalho, 1993; Rohn & Carvalho, 1996), estabelecendo idades variando do Jurássico Superior ao Aptiano (Cretáceo Inferior). Através da Figura 11 é possível comparar as diferentes idades propostas para as Bacias do Iguatu e os grupos fósseis nas quais as mesmas foram baseadas.

BIOESTRATIGRAFIA			MELO (1964)	MABESOOONE & CAMPANHA (1973/1974)	GHIGNONE (1972)	VOGEL (1976b)	PONTE et al. (1990)	LIMA (1990)	CARVALHO (1993), ROHN & CAVALHEIRO (1996)	
CRONOESTRATIGRAFIA										
MA	PADRÃO	LOCAL								
112	ALBIANO		CONCHOSTRÁCEOS	CONCHOSTRÁCEOS	OSTRACODES	OSTRACODES	OSTRACODES	PALINO-MORFOS	CONCHOSTRÁCEOS	
	APTIANO	ALAGOAS								
	125	BARREMIANO								JIQUIÁ
										BURACICA
	130	HAUTERIVIANO								ARATU
	138	VALANGINIANO								RIO DA SERRA
	140	BERRIASIANO								
145	JURÁSSICO	DOM JOÃO								
165	PALEOZÓICO ?	PRÉ-D. JOÃO				VERTEBRADOS				
	PERMO-CARBONÍFERO									
	SILURO-DEVONIANO									

Figura 11: Propostas bioestratigráficas baseadas para as Bacias de Iguatu baseadas em diversos grupos fósseis (Retirado de Arai, 2006b).

A partir da década de 1990, alguns trabalhos consideram a idade de depósito destas bacias como Neocomiana (Ponte, 1992; Mabesoone *et al.*, 1999; Carvalho, 2000). Arai (2006b) concorda com este posicionamento cronológico para as Bacias do Iguatu, limitando os sedimentos basais que as compõem ao andar local Rio da Serra e o topo possivelmente adentrando no Neoaratu. Neste estudo, o autor afirma que a grande problemática da datação das bacias interiores do Nordeste está relacionada à ausência de bons fósseis-guias, além das correlações com base simplesmente litológicas, que muitas vezes são falhas.

Sobre as informações paleoecológicas das Bacias do Iguatu, alguns trabalhos foram realizados com o intuito de explicar como era o paleoambiente e paleoclima destas bacias no Cretáceo Inferior (Tinoco & Mabesoone, 1975; Petri, 1983; Lima, 1990).

Tinoco & Mabesoone (1975) descrevem, para o conjunto de bacias e seus pacotes sedimentares, uma fauna típica de água doce e de pouca profundidade, com ostracodes, conchostráceos, alguns moluscos, restos de peixes e pegadas de répteis, sob um clima bastante quente, mas não muito seco. Neste trabalho, os autores correlacionam os pacotes sedimentares (e respectivos fósseis) das Bacias do Iguatu com os da Bacia do Rio do Peixe, interpretando-os como contemporâneos e pertencentes ao mesmo sistema deposicional, variando entre fluvial e lacustre.

Os estudos paleoclimáticos tem usado como evidências a litologia, os palinomorfos, fósseis de vertebrados e icnofósseis. Petri (1983) afirma que a Bacia de Lima Campos é resultado de um sistema deposicional lacustre e clima quente. Com relação à Bacia de Icó, Lima (1990) mostrou evidências de condições continentais de deposição, sob clima quente e úmido, enquanto Ferreira (1998) apontou que o ambiente era continuamente fluvial, com variações na sinuosidade dos canais, com um clima quente mas pouco úmido, podendo ser até semi-árido.

Alguns grupos de organismos foram utilizados na busca de dados paleoambientais. Carvalho (1993) identifica os conchostráceos *Cyzicus brauni* (Cardoso) e *Cyzicus pricei* para as bacias de Iguatu e Malhada Vermelha, indicando-os como organismos de clima quente e relacionados a ambientes aquáticos temporários, margens de lagos perenes e planície de inundação (Carvalho *et al.*, 2002; Rohn & Cavalheiro, 1996).

Devido à similaridade dos ostracodes dulceaquícolos encontrada nas bacias do Iguatu, Rio do Peixe e do Araripe (Formação Abaiara), Hessel *et al.* (2006) indicam a existência de uma ligação de cunho ambiental entre estas bacias.

Tentativamente, alguns trabalhos integraram os dados existentes sobre as bacias cretáceas do Nordeste, incluindo assim as do Iguatu, de modo a conhecer a paleogeografia destas bacias, relacionando-as entre si e com bacias sedimentares do continente Africano, buscando explicar sua história geológica (Mabesoone *et al.*, 1999; Da Rosa & Garcia, 2000).

Com base no exposto observa-se que as informações a respeito destas bacias são esparsas, e a tentativa de correlacioná-las é problemática, devido à escassez de dados tanto lito como paleontológicos. Necessita-se, portanto, de trabalhos sistemáticos e em diversas vertentes para melhor compreender a evolução das Bacias do Iguatu.

1.5. Localização da Área de Estudo

As Bacias do Iguatu (Iguatu, Malhada Vermelha, Lima Campos e Icó) estão orientadas segundo a direção NE-SW, geograficamente localizadas na porção centro sul/sudeste do estado do Ceará entre as coordenadas geográficas Lat 6°05'50"S – 6°28'20"S e Long 39°28'00"W – 38°40'00"W (Fig. 12).

A Bacia de Iguatu, situada na porção ocidental em relação às demais, ocupa uma área de aproximadamente 820 km². Uma grande área desta bacia encontra-se encoberto por sedimentos Terciários (Formação Moura), Quaternários e pelo açude de Orós, restringindo a área de exposição de sedimentos Cretácicos às bordas da mesma. As principais cidades e localidade situadas sobre a bacia são Iguatu, Quixelô e José de Alencar.

A Bacia de Malhada Vermelha compreende uma área territorial de aproximadamente 50 km² e está situada entre as bacias de Iguatu e Lima Campos. As principais cidades inseridas nessa bacia são Palestina, Cabeça Negra e a Vila Malhada Vermelha.

Situada entre as bacias de Malhada Vermelha e Icó, a Bacia de Lima Campos abrange uma área de aproximadamente 120 km². Parte da bacia encontra-se inundada pelas águas do açude de Lima Campos, na porção sudeste. As principais cidades que a abrangem são Igarói, Gassussé e Lima Campos.

Finalmente, a Bacia de Icó é a que se encontra na porção mais oriental, com uma área de aproximadamente 145 km². Parte da porção sul desta bacia encontra-se encoberta pelos sedimentos recentes depositados pelos afluentes do Rio Jaguaribe. O município de referência é a cidade que lhe é homônima.

As áreas sedimentares destas bacias destacam-se como depressões fechadas, de relevo plano ou suavemente onduladas, com cristas orientadas segundo a direção dos estratos sedimentares eo-cretáceos (Ponte *et al.*, 1990).

As ocorrências fossilíferas abordadas no presente trabalho são provenientes das bacias de Icó, Malhada Vermelha e Lima Campos. A não realização de estudos tafonômicos na Bacia de Iguatu deve-se à ausência, na mesma, de níveis contendo vertebrados. Porém, devido às semelhanças litológicas, e pela história em comum das bacias desta região, é possível extrapolar os ambientes deposicionais para aquela Bacia durante o Cretáceo Inferior.

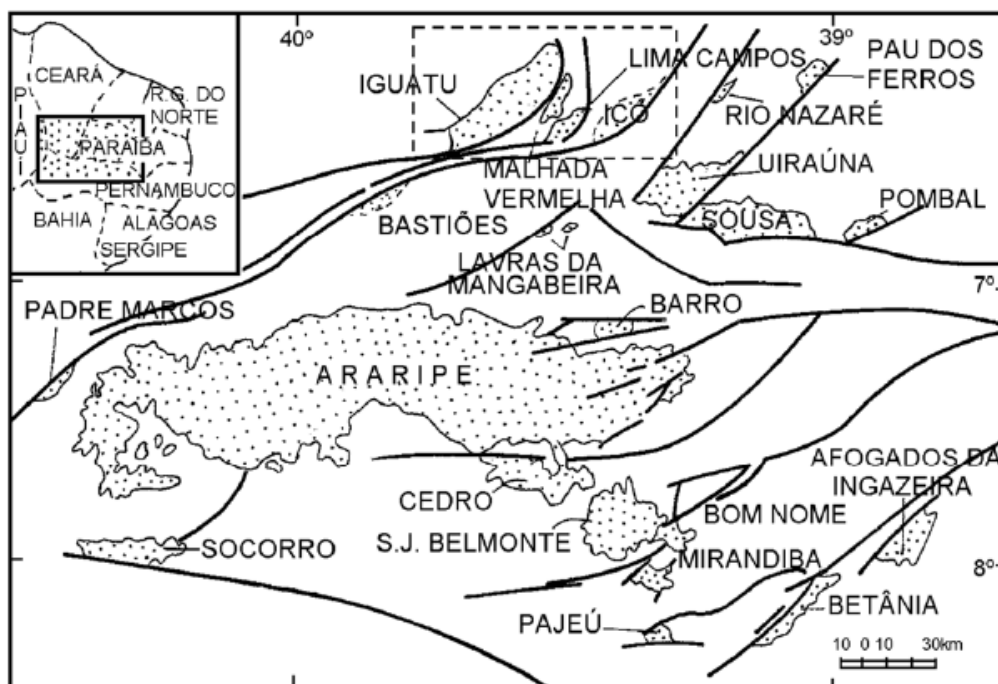


Figura 12: Mapa localizando as Bacias do Iguatu, destacando-as entre as demais bacias (Modificado de Carvalho, 2000).

1.6. Contextualização Geológico-Estratigráfica das Bacias do Iguatu

As bacias de Icó, Iguatu, Lima Campos e Malhada Vermelha fazem parte do conjunto das Bacias Interiores do Nordeste brasileiro (Brito, 1975), constituindo o registro incompleto do evento distensivo responsável pela fragmentação do supercontinente Gondwana e conseqüente formação do Proto-oceano Atlântico (Viana *et al.*, 1993; Matos, 1987; Ponte *et al.*, 1990).

Deste modo, durante o Neocomiano (Cretáceo Inferior), com a formação do rift, grandes falhas foram reativadas, como os lineamentos de Patos e Pernambuco, o que resultou na formação das Bacias do Iguatu, além das bacias do Rio do Peixe e a Formação Abaiara, da Bacia do Araripe (Ponte, 1992; Ponte-Filho, 1994) entre outros remanescentes. Assim, devido esta origem em comum, estas bacias não podem ser consideradas autônomas, mas bacias morfológicas, individualizadas pelo abaixamento tectônico posterior à sedimentação (Beurlen, 1969). Os sedimentos eo-cretáceos que as formam estão depositados sobre o embasamento da província da Borborema (Ponte *et al.*, 1990).

Srivastava (1990) também evidenciou que estas bacias tiveram uma evolução tectono-sedimentar semelhante, sendo, portanto, correlacionáveis. O autor complementou esta informação, indicando que os dados paleontológicos e sedimentológicos corroboram esta hipótese.

Por outro lado, Arima (2007), discutiu que a similaridade litológica entre as bacias não significa, necessariamente, que as mesmas faziam parte de uma única bacia, mas que foram submetidas a condições semelhantes de sedimentação.

De qualquer modo, por um ou por outro motivo, as unidades que constituem o preenchimento das Bacias do Iguatu tem sido tratadas como correspondentes, seja do ponto de vista lito, bio ou cronoestratigráficos, reunidas, em geral, sob o nome de Grupo Iguatu. Diversas propostas litoestratigráficas para a seqüência deposicional Mesozóica destas bacias foram realizadas (Tabela 01). Muitos autores dividem este grupo em três unidades litoestratigráficas formais (Mabessone & Campanha, 1973/1974; Ponte *et al.*, 1990), enquanto outros consideram as mesmas pouco definidas, preferindo utilizar denominações informais (Ghignone *et al.*, 1986; Srivastava, 1990; Cavalcanti & Viana, 1992). Sobre estes depósitos mesozóicos, ocorrem sedimentos terciários, definidos como Formação Moura (Castro, 1963), que não serão abordados no presente trabalho.

OLIVEIRA (1940), CASTRO (1963), MELO (1964)	CRUZ (1962)	SUDENE-ASMIC (1962)	LEMOS (1973)	MABESSONE & CAMPANHA (1973/1974)	CAMPOS <i>et al.</i> (1979), GOMES <i>et al.</i> (1981)	GHIGNONE <i>et al.</i> (1986)	PONTE <i>et al.</i> (1990)	SIRIVASTAVA (1990)	CAVALCANTI & VIANA (1992)	PONTE FILHO (1994)										
FORMAÇÃO IGUATU	FORMAÇÃO IGUATU	FORMAÇÃO IGUATU	FORMAÇÃO IGUATU	FORMAÇÃO IGUATU	GRUPO RIO DO PEIXE	GRUPO IGUATU	GRUPO IGUATU	Un. III	Un. Superior	ISD4										
											Mb. Superior	K6	Fácies D	Fm. Lima Campos	Fm. Rio Piranha	K4	Fm. Lima Campos	Mb. Super.	ISD2	LITD2
											Mb. Médio	K4	Fácies B	Fm. Quixóá	Fm. Antenor Navarro	K2	Fm. Icó	Un. II	Un. Intermediária	LITD1
											Mb. Inferior	K2	Fácies A	Fm. Quixóá	Fm. Antenor Navarro	K1	Fm. Icó	Un. I	Un. Inferior	LITD1
	Mb. Inferior	K1	Fácies A	Fm. Quixóá	Fm. Antenor Navarro	K1	Fm. Icó	Un. I	Un. Inferior	LITD1										
											Mb. Inferior	K1	Fácies A	Fm. Quixóá	Fm. Antenor Navarro	K1	Fm. Icó	Un. I	Un. Inferior	LITD1
	Mb. Inferior	K1	Fácies A	Fm. Quixóá	Fm. Antenor Navarro	K1	Fm. Icó	Un. I	Un. Inferior	LITD1										
											Mb. Inferior	K1	Fácies A	Fm. Quixóá	Fm. Antenor Navarro	K1	Fm. Icó	Un. I	Un. Inferior	LITD1
	Mb. Inferior	K1	Fácies A	Fm. Quixóá	Fm. Antenor Navarro	K1	Fm. Icó	Un. I	Un. Inferior	LITD1										
											Mb. Inferior	K1	Fácies A	Fm. Quixóá	Fm. Antenor Navarro	K1	Fm. Icó	Un. I	Un. Inferior	LITD1

Tabela 01: Propostas Litoestratigráficas para as Bacias do Iguatu (Modificado de Ponte *et al.*, 1990 e Cavalcanti & Viana, 1992).

Mabesoone & Campanha (1973/1974) definiram a proposição formal de Grupo Iguatu, que fora, por sua vez, por sua vez dividido em três formações: Quixoá, Malhada Vermelha e Lima Campos, respectivamente da base para o topo. Ponte *et al.* (1990) usaram uma proposta a anterior, mas substituindo a Formação Quixoá pela Formação Icó e subdividindo a Formação Lima Campos em dois Membros: Inferior e Superior (Fig. 13). Os autores observam a existência de uma granodecrescência da base para o topo, em cada uma destas unidades.

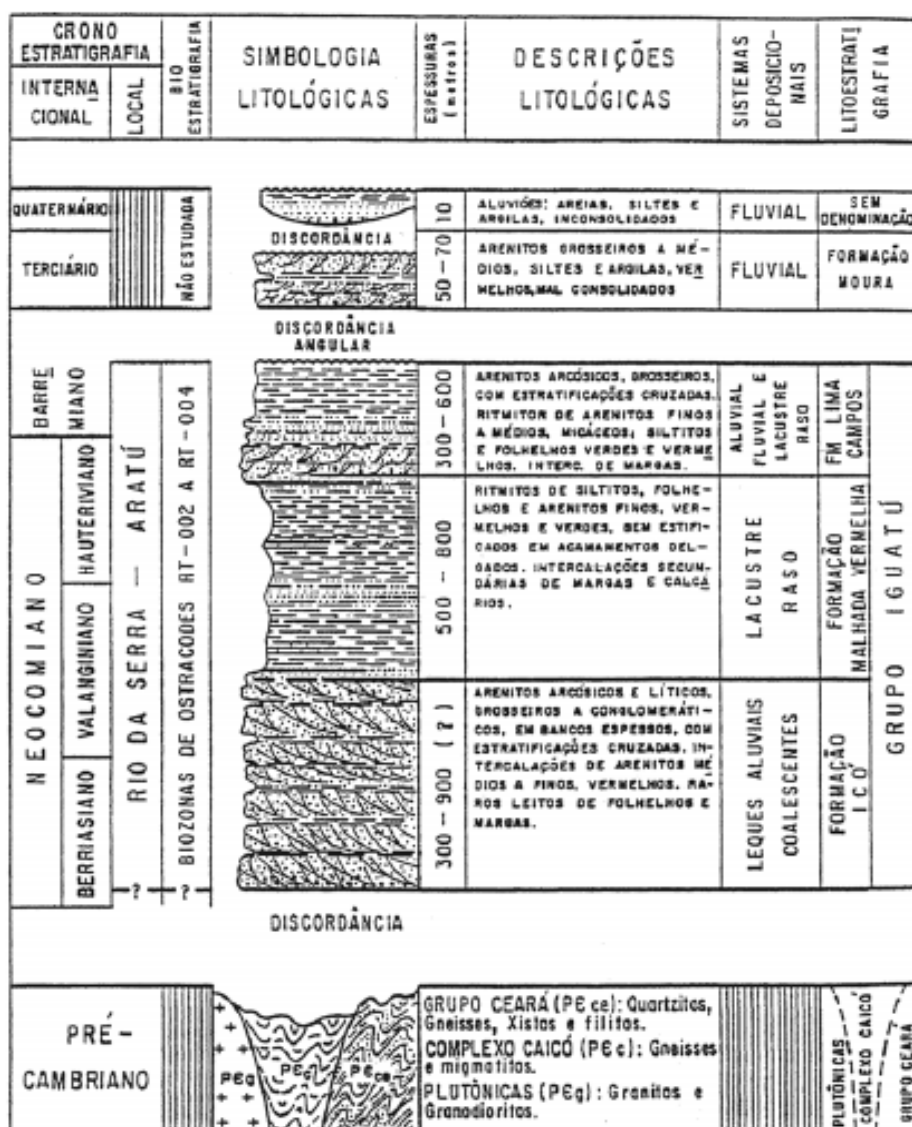


Figura 13: Proposta litoestratigráfica de Ponte *et al.*, 1990, com a utilização de três unidades formais.

Em contato gradacional com a Formação Icó, tem-se a Formação Malhada Vermelha, definida por Mabeoone & Campanha (1973/1974). Esta unidade é constituída por arenitos variando entre médio a fino, com marcas de ondas, estratificações plano-paralela e cruzada, além de intercalação de calcários e margas. Estes calcários, juntamente com os folhelhos e argilitos, constituem os pacotes fossilíferos (Ponte *et al.*, 1990). Cavalcanti & Viana (1991) consideram a Formação Malhada Vermelha como a unidade predominante destas bacias e Srivastava (1990) a indica como a mais rica paleontologicamente.

De acordo com estes autores, as formações Icó e Malhada Vermelha formam, em conjunto, um único sistema deposicional alúvio-fluvio-lacustre, onde a primeira foi depositada em fácies proximais, enquanto a segunda corresponde às fácies distais, depositadas por um sistema fluvial meandrante com planícies de inundação e corpos lacustres rasos.

Em contato discordante sobre a Formação Malhada Vermelha e correspondendo à última unidade do Grupo Iguatu, tem-se a Formação Lima Campos. Esta formação engloba o registro completo de outro sistema alúvio-fluvio-lacustre, sendo dividida por Ponte *et al.* (1990) em dois membros, informalmente denominados de Inferior e Superior, repetindo as litologias das formações Icó e Malhada Vermelha, respectivamente.

Srivastava (1990) integrou os dados litoestratigráficos das bacias de Iguatu, Lima Campos e Malhada Vermelha (Fig. 14), correlacionando-as, mas descrevendo as unidades de modo informal (Unidade I, II e III). Cavalcante & Viana (1992) ao não constarem uma identificação litológica perfeita, definem três unidades litoestratigráficas informais: Unidade Inferior, Intermediária e Superior (Fig. 15), e estabeleceram litofácies para cada uma destas unidades, interpretando os ambientes deposicionais.

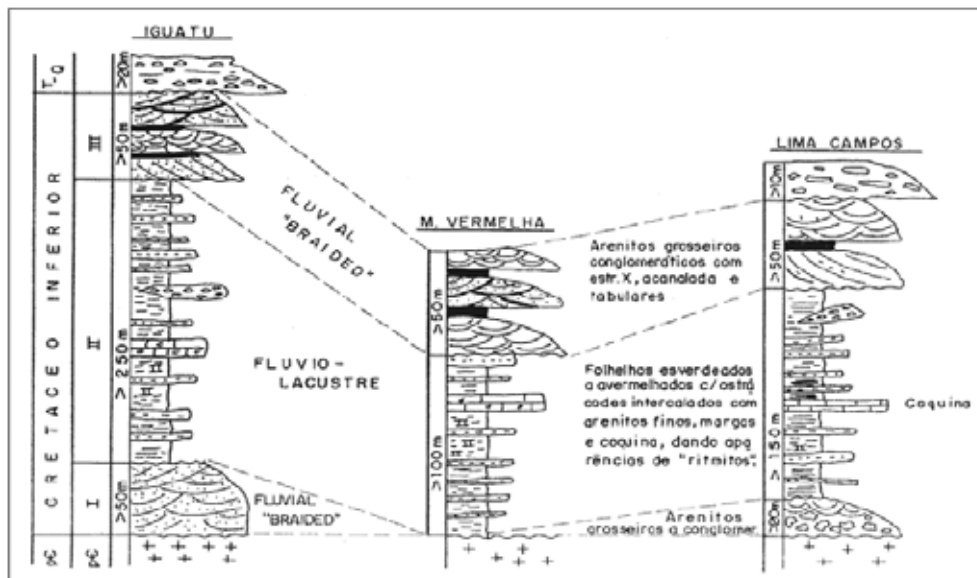


Figura 14: Correlação litoestratigráfica entre as bacias de Iguatu, Malhada Vermelha e Lima Campos, segundo Srivastava (1990).

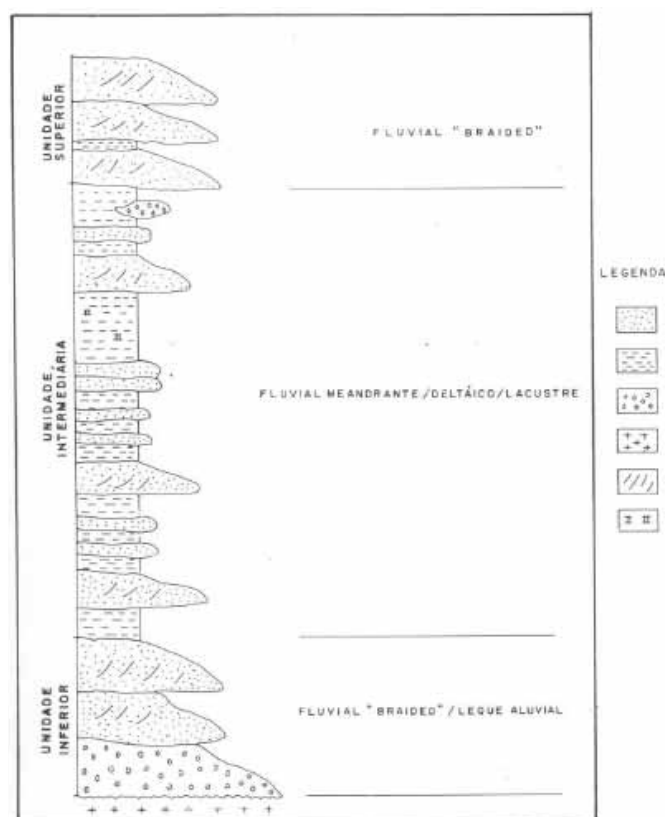


Figura 15: A utilização de unidades informais também pode ser vista no levantamento realizado por Cavalcanti & Viana (1992), onde as autoras descrevem os sistemas deposicionais para as bacias estudadas. Legenda: 1 – Arenito, 2 – Pelito, 3 – Conglomerado, 4 – Embasamento, 5 – Laminação Cruzada, 6 – Níveis carbonáticos.

Sob a ótica da Estratigrafia de Sequências, Ponte-Filho (1994) define a Tectono-Sequência Iguatu, Grupo Iguatu na litoestratigrafia formal (Ponte *et al.*, 1990), definindo dois Intervalos Tectono-Deposicional para o Cretáceo Inferior (Fig 16 e Tab. 01). Esta proposta, por incluir uma maior quantidade de dados e estar fundamentada nos novos parâmetros dos estudos estratigráficos, será a proposta utilizada, doravante, no presente trabalho.

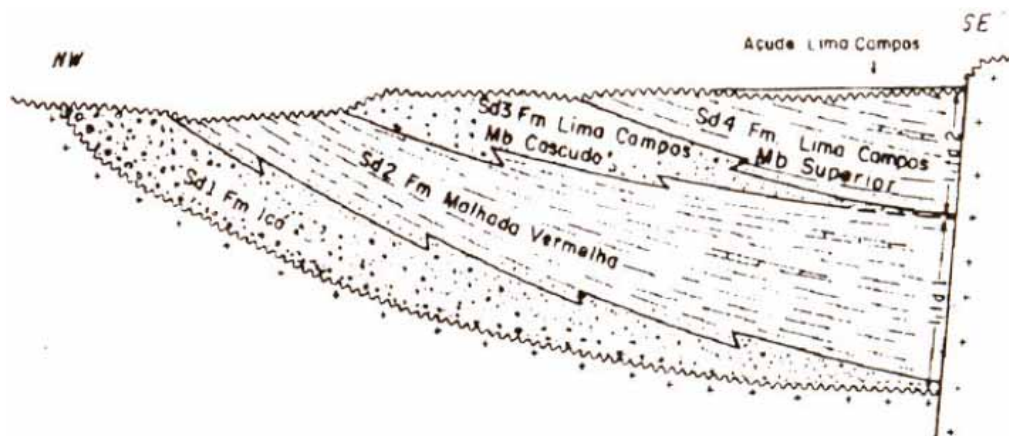


Figura 16: Arcabouço estratigráfico para a Bacia de Lima Campo, segundo Ponte Filho, 1994. Notar a correlação das denominações formais (Formação, Membro) propostas por Ponte *et al.* (1990) e as Tectono-Sequências.

Ponte-Filho (1994) relacionou às unidades por ele definidas com aquelas propostas por Ponte *et al.* (1990). Assim, o pacote sedimentar mesozóico das Bacias do Iguatu pode ser dividido em três unidades formais (formações Icó, Malhada Vermelha e Lima Campos) ou dois Intervalos Tectono-Deposicional (*Iitd 1* e *Iitd 2*) depositadas em ambientes continentais, durante a Fase Rife da margem continental brasileira.

O primeiro intervalo tectono-deposicional (*Iitd 1*) é formado por dois sistemas deposicional (*ISd*). O primeiro (*ISd 1*), corresponde formalmente à Formação Icó, sendo, portanto, interpretado como o conjunto das litofácies proximais de um sistema deposicional aluvial e fluvial entrelaçado, e o *ISd 2*, correspondendo à Formação Malhada Vermelha, é interpretado como tendo sido depositado sob um regime fluvial meandrante e lacustrino (Ponte Filho, 1994).

No segundo intervalo tectono-deposicional (*Iitd 2*) ou Formação Lima Campos, foram observados dois sistemas deposicionais (*ISd 3* e *ISd4*), denominados de maneira informal pelo autor, respectivamente, como membros Cascudo e Superior

(correspondendo aos membros Inferior e Superior de Ponte *et al.*, 1990). Estes sistemas deposicionais muito se assemelham aos descritos para o *littl 1*, correspondendo, portanto, às fácies proximais e distais daquele (Ponte Filho, 1994).

Outro ponto importante a ser abordado quando se refere às propostas de colunas litoestratigráficas para esta região, são as tentativas de correlacionar as Bacias do Iguatu com as do Grupo Rio do Peixe, tal como proposto por Campos *et al.* (1979), por exemplo. Estas correlações são altamente criticadas por Ghignone e colaboradores (1986), onde estes argumentam que o conteúdo litológico entre estas bacias não se equivalem, sendo, portanto, absurda a idéia de fazer estas extrapolações.

No entanto, Ponte *et al.* (1990) afirmam que o conteúdo fossilífero e a idade Neocomiana de deposição destas bacias as correlacionam, além de estarem relacionadas a determinadas unidades das bacias do Recôncavo, Tucano, Jatobá, Sergipe-Alagoas e Potiguar. Por conta do registro fossilífero, aliado às características litológicas, Cavalcanti & Viana (1991) relacionam a unidade intermediária (Formação Malhada Vermelha por Mabeoone & Campanha, 1973/1974) com a Formação Souza do Grupo Rio do Peixe.

1.6.1. Bacia de Iguatu

A Bacia de Iguatu, a maior do conjunto, é inundada em cerca de 15 a 20% pelas águas do Açude de Orós, sobre o rio Jaguaribe (Ponte *et al.*, 1990).

Estruturalmente, esta bacia possui uma geometria elipsoidal com caimento para SW, junto à Serra do Torto, possuindo uma forma interna em forma de concha (Fig. 17), definida por estudos gravimétricos (Bedregal, 1991). A Bacia de Iguatu é descrita juntamente com a Bacia de Malhada Vermelha como calhas sinclinais assimétricas e falhadas (Ponte *et al.*, 1990).

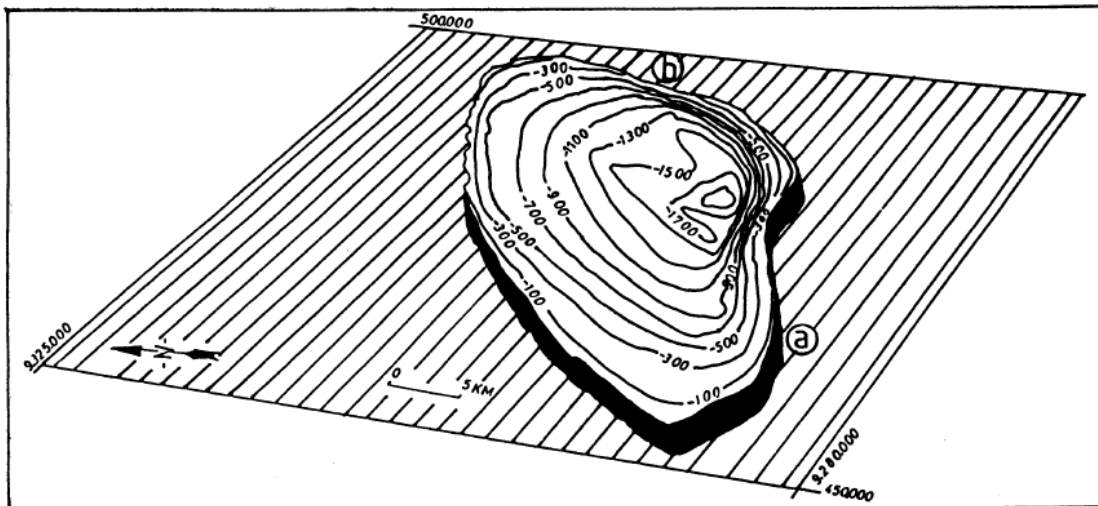


Figura 17: Posição espacial da Bacia de Iguatu e sua geometria interna em forma de concha (Modificado de Bedregal & Chemale Jr., 1992).

A Bacia de Iguatu possui as três unidades litoestratigráficas, sendo a Formação Malhada Vermelha, a que possui maior predominância nesta bacia (Ponte-Filho, 1994; Srivastava, 1990). Não foi observado, na mesma, o contato entre as formações Icó e Malhada Vermelha, enquanto o contato desta com a Formação Lima Campos é abrupto e erosional. O ambiente deposicional teria variado entre o fluvial meandrante e o fluvio-lacustre.

Bedregal & Chemale Jr. (1992) concluem que a taxa de sedimentação da bacia não foi constante, sendo distinguidos dois pulsos tectônicos principais, como fora observado posteriormente por Ponte Filho (1994) e pode ser observado na tabela 01.

1.6.2. Bacia de Malhada Vermelha

A Bacia de Malhada Vermelha é geometricamente alongada e está completamente compartimentada por falhas, não permitindo, deste modo, estabelecer uma relação de topo e base entre os blocos (Arima, 2007). O autor também apontou que esta bacia apresenta um complexo sistema de basculamento, provavelmente associado à fase de soerguimento pós-deposicional. Os sedimentos do Cretáceo Inferior desta bacia repousam em discordância sobre o embasamento pré-cambriano. A unidade basal corresponde à Formação Malhada Vermelha, ocupando grande parte da referida bacia, não sendo observado as fácies correspondentes à Formação Icó (Ponte *et al.*, 1990; Srivastava, 1990; Ponte-Filho, 1994).

Em muitos trabalhos esta bacia seja denominada como “Área de Cabeça de Negro” (Lemos, 1973), como é observado em Vogel (1976b). Os depósitos desta região, que inclui a cidade da Palestina, são interpretados como fácies lacustres, muito ricas em ostracodes, conchostráceos e fragmentos de vertebrados (Srivastava, 1990).

1.6.3. Bacia de Lima Campos

A Bacia de Lima Campos, que abriga o açude de nome homônimo, é definida por uma geometria em meio-graben, com a falha principal a SE (Ponte *et al.*, 1990; Arima, 2007). Nesta bacia é possível observar as três unidades litoestratigráficas, tendo o modelo deposicional semelhante ao observado na Bacia de Iguatu (Ponte-Filho, 1994).

1.6.4. Bacia de Icó

A Bacia de Icó é caracterizada por ser uma bacia estreita, alongada segundo a direção NE-SW e totalmente compartimentada por falhas. Os dados gravimétricos indicam que a profundidade dessa bacia é inferior a 200m (Castro & Castelo Branco, 1999). É possível observar as três unidades estratigráficas (Ponte *et al.*, 1990; Ponte-Filho, 1994), sendo a Formação Malhada Vermelha a que possui menor exposição.

2. OBJETIVOS

GERAL:

Este trabalho busca através dos dados tafonômicos provenientes de alguns afloramentos isolados, contribuir para a integração dos conhecimentos sedimentológicos e paleontológicos destas bacias, visando uma melhor compreensão dos ambientes deposicionais onde foram preservados os fósseis de vertebrados ali encontrados, bem como estabelecer inferências paleoecológicas e buscar uma correlação mais refinada entre as unidades sedimentares das mesmas.

ESPECÍFICOS:

- Descrever as fácies que contêm fósseis de vertebrados de cada afloramento;
- Produzir um modelo tafonômico para cada afloramento estudado;
- Correlacionar os modelos propostos de sistemas deposicionais com a preservação dos fósseis nos diferentes afloramentos estudados.

3. METODOLOGIA

3.1. Procedimentos pré-campo

O procedimento pré-campo consistiu, basicamente, no trabalho de revisão bibliográfica a respeito das bacias-alvo, tafonomia de vertebrados e dos táxons de vertebrados já encontrados nestas bacias.

3.2. Procedimentos em campo

Os trabalhos de campo foram realizados em duas etapas: o primeiro entre os dias 20 a 27 de fevereiro de 2007, e o segundo de 26 a 28 de janeiro de 2008. Durante o primeiro trabalho de campo foi realizado um trabalho de reconhecimento dos afloramentos reportados por Arima (2007) buscando identificar as localidades que possuísem fósseis de vertebrados (Fig. 18).

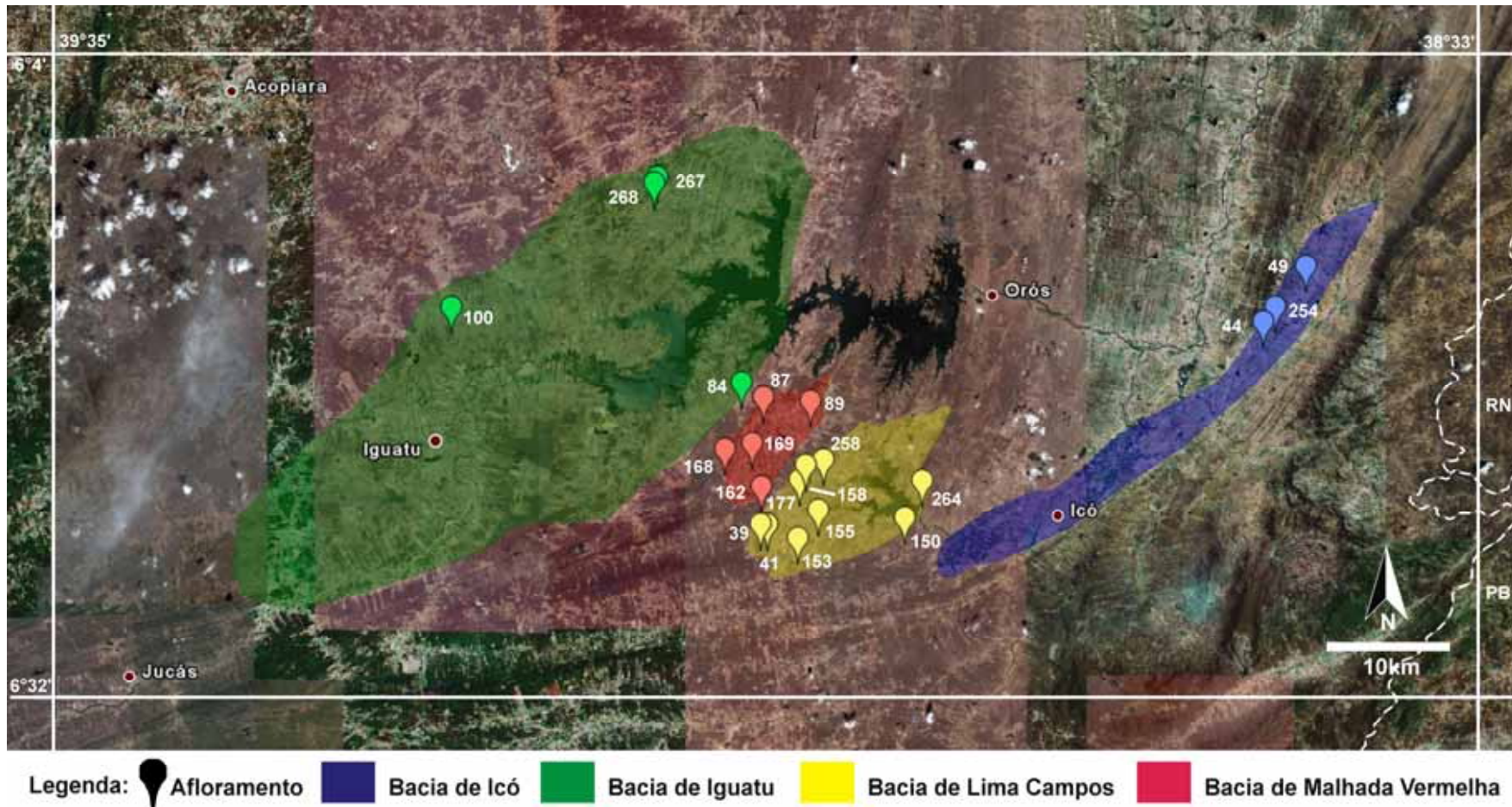


Figura 18: Mapa das Bacias do Iguatu, destacando os afloramentos visitados durante os trabalhos de campos.

No período de realização do segundo trabalho de campo, os afloramentos onde fora identificada a presença de fósseis de vertebrados foram revisitados, dando início ao trabalho sistemático, que constituiu em:

- *Localização Geográfica* – Foi usado como base o mapa de pontos elaborado por Arima (2007) além da medição das coordenadas de outros afloramentos, ausentes daquela relação, com o uso de um GPS de mão da marca Garmin, modelo eTrex Legend®. As coordenadas foram obtidas em UTM, faixa 24, *datum* SAD 69;
- *Registro fotográfico* – O registro fotográfico pode ser dividido em dois grupos: foto-mosaico (Fig. 19) e foto-detanha. As fotos-mosaicos foram realizadas em afloramentos com boa representatividade lateral, de modo a evidenciar os elementos arquiteturais presentes, bem como os níveis que contêm fósseis. Já as fotos-detanha consistiram no registro das principais estruturas, e dos fósseis de vertebrados *in situ*. Os registros fotográficos foram realizados com o uso de uma câmera digital marca Olympus, modelo D – 425, na resolução de 4.0 *megapixels*.



Figura 19: Exemplo de foto-mosaico do afloramento IG – 039

- *Levantamento de croquis e perfis descritivos* – Nos afloramentos onde se encontrou fósseis de vertebrados, croquis esquemáticos foram feitos, indicando a direção dos afloramentos e as principais estruturas estratigráficas. Posteriormente, e com maior grau de detalhes, foram levantados perfis verticais, representando as litologias, as estruturas sedimentares presentes, medições de paleocorrente e esquematicamente, os níveis onde os fósseis

foram encontrados (Fig. 20). Para a elaboração destes perfis, foi utilizada uma classificação de fácies e elementos arquiteturais específicos para este tipo de sistema deposicional, detalhados por Arima (2007), como pode ser observada no Tabela 02.

Gmm Gmg Gcm Gh Gt Gp St Sp Sr Sh Sl SS Fl Fsm Fm Fs C P CH DA LA LS GB HO SB SG LV CR CS FF CH(FF)							Cor: Paleocorrente:	Estrutura:	Data:		
							Legenda: <table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
UTM:									OBS:		
Amostras:									Fotos:		

Figura 20: Ficha da caderneta de campo utilizada no levantamento de dados litológicos dos afloramentos que possuíam vertebrados fósseis.

SIGLA	ELEMENTO ARQUITETURAL	FÁCIES	GEOMETRIA	INTERPRETAÇÃO
CH	Canal	Gt, St, Sm Sr e Fl.	Sets 0,5-1m de espessura formando cosets de até 40m com grande continuidade lateral.	Preenchimento de canais menores internos ao cinturão de canais.
GB	Barras cascalhosas	Gcm, Gt, Gp, Gh e Fl (raramente).	Sets 0,5-1m de espessura formando cosets de até 40m com grande continuidade lateral.	Canais cascalhosos, desconfinados, rasos, efêmeros formados por barras transversais.
CS	Espraçamento de crevasse	Sm, Sh, Sr	Corpos tabuliformes com espessura centimétricas e extensão lateral de centenas de metro.	Depósitos de desconfinamento de fluxos de canais sobre a planície de inundação.
FF	Finos da planície de inundação	Fl, Sr, So.	Pacotes de 0,2cm a > 40m de finos com grande extensão lateral.	Acumulação em corpos lacustres de planície de inundação.

Tabela 02: Resumo das fácies com suas descrições e interpretações, relacionando com os elementos arquiteturais observados (Retirado de Arima, 2007).

- *Análise tafonômica básica* – Após identificar os níveis com concentrações fossilíferas, foram realizadas medidas de direção dos elementos encontrados *in situ*, além de outros dados pertinentes, como o estado de desarticulação, abrasão, identificações preliminares, reunidos na ficha de campo, baseada na desenvolvida por Holz & Barberena, 1989 (Fig. 21);

Localidade:	Desenho do Afloramento (perfil lateral)			Nº no mapa:	
Coordenadas:					
Tipo de fóssil:					
Modo tafonômico de ocorrência: <input type="checkbox"/> Leito de ossos (Elementos inteiros e fragmentados com denso nível de empacotamento) <input type="checkbox"/> Ossos isolados fragmentados <input type="checkbox"/> Ossos isolados inteiros <input type="checkbox"/> Segmentos articulados inteiros <input type="checkbox"/> Seg. articulado de esqueleto <input type="checkbox"/> Esq. Articulado e bastante completo					
obs.:					
	Amostra:	Rocha: Fóssil:		Fotos:	
		Atitude dos ossos			
	Perfil vertical:	tipo	direção	mergulho	desenho / obs.

Figura 21: Ficha para a coleta de dados tafonômicos (Modificado de Holz & Barberena, 1989)

- *Amostragem de rochas e fósseis* – Foram retiradas amostras das rochas localizadas nos níveis fossilíferos, além dos fósseis propriamente ditos, dando preferência à coleta de blocos de rochas, fossilíferos ou não, para posterior identificação e classificação, além da realização de lâminas petrográficas.

Os afloramentos foram denominados informalmente por IG – número seqüencial, segundo Arima (2007).

3.3. Procedimento pós-campo

Nesta fase, foram organizados os dados de campo, os materiais coletados foram preparados mecanicamente e identificados, bem como fora descrito as concentrações fossilíferas, através das feições sedimentológicas, bioestratinômicas e, tentativamente, diagenéticas, com a utilização de lâminas petrográficas.

Com a integração dos dados foi realizado a etapa interpretativa, cujas etapas foram: determinação de padrões de preservação, entendimento dos processos sedimentares envolvidos, classificação das concentrações fossilíferas, e, quando possível, reconstrução dos hábitos de vida dos organismos presentes nas tafocenoses.

4. COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA DE VERTEBRADOS DAS BACIAS DO IGUATU

Uma grande problemática dos fósseis encontrados nas Bacias do Iguatu é o estado fragmentário dos mesmos. Como visto no item 1.4, os restos fósseis na maioria das vezes foram identificados como “ossos de répteis” ou “fragmentos de peixes” (Tinoco & Mabesoone, 1975; Ponte *et al.*, 1990) sem haver um detalhamento taxonômico.

Assim, de acordo com os trabalhos conhecidos, os répteis estariam representados por fragmentos de ossos - principalmente nas bacias de Iguatu e Lima Campos e o registro de peixes se dá - em todas bacias pela presença de ossos e dentes esporádicos, além de escamas de *Lepidotes* sp. (Campos *et al.*, 1976; Vogel, 1976; Ponte *et al.*, 1990).

Como dito anteriormente, a ausência de dados a respeito da biota cretácea das Bacias do Iguatu vem sendo gradativamente reduzida, devido aos trabalhos de campo que vem sendo realizados desde 2006. Segue-se uma breve apresentação dos novos exemplares encontrados, além de táxons relacionados, bem como a sua distribuição geográfica.

4.1. Semionotidae

Os semionotídeos (Woodward, 1890) são peixes neopterígios primitivos que possuíam espessa armadura óssea e que tiveram grande diversificação ao longo do Mesozóico. Durante este período, estes organismos colonizaram diversos ambientes aquáticos: marinhos, transicionais e de água doce.

Este grupo inclui mais de 25 gêneros, sendo *Semionotus* Agassiz, 1932, e *Lepidotes* Agassiz, 1932, os mais representativos (Fig. 22). Este gênero se distribuiu desde o Triássico Inferior até o Cretáceo Superior, com uma morfologia bastante conservativa (Maisey, 1991; Frickhinger, 1995).

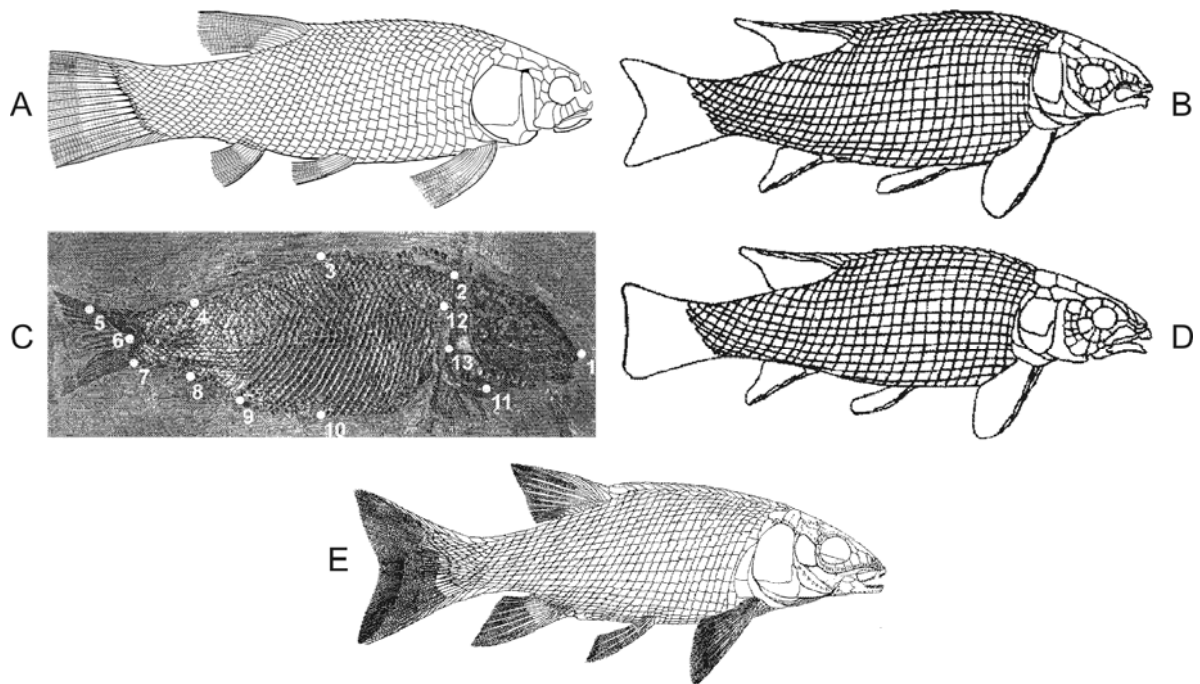


Figura 22: Gêneros representativos de Semionotidae. A, *Araripelepidotes*. B, *Lepidotes*. C, *Paralepidotus*. D, *Pliodetes*. E, *Semionotus*. (Modificado de Maisey (1991), McCune (1996), Gallo *et al.* (2002), Cavin & Suteethorn (2006), Fortier (2008)).

Anatomicamente, estes organismos se caracterizam pelo corpo achatado lateralmente e coberto por escamas ganóides rombóides, distribuídas em linhas diagonais (Fig. 23), concedendo a estes animais pequena mobilidade, de modo que possuíam atividade nadadora letárgica (Vogel, 1976). Por outro lado, esta armadura proporcionava uma boa proteção para estes animais, possibilitando-lhes a colonização de diversos ecossistemas.

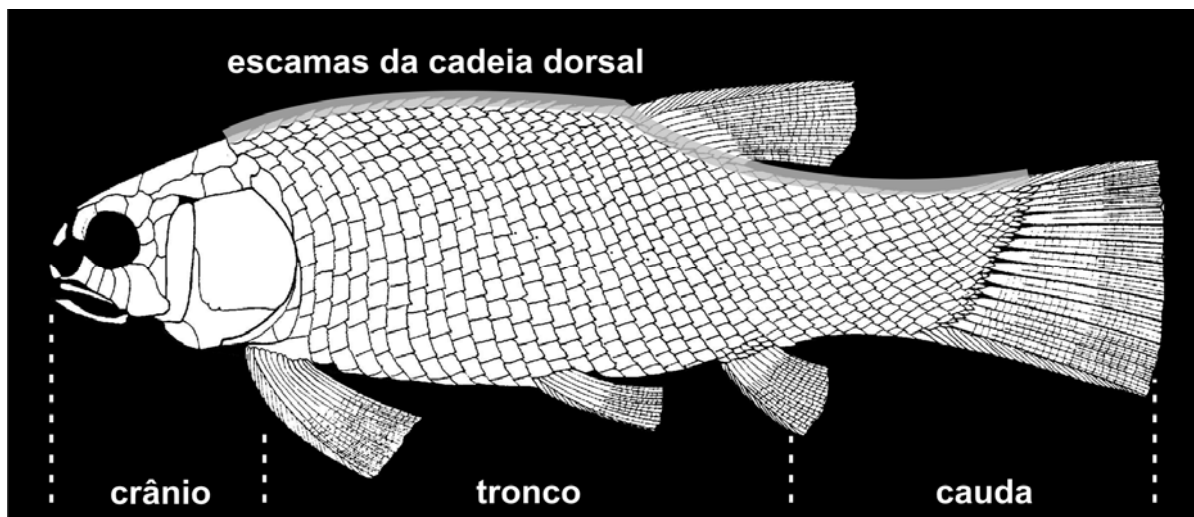


Figura 23: Estrutura básica de um semionotídeo, aqui representado por *Araripelepidotes temnurus* (Modificado de Fortier, 2008).

A ampla distribuição temporal e espacial deste grupo é confirmada pela abundância no registro fóssil em diversas bacias mesozóicas (Fig. 24), como as ocorrências na América do Norte (Bilelo, 1969; Mccune, 1986; 1996), América do Sul (Maisey, 1991; Brito & Gallo, 2003; Gallo, 2005), Cuba (Thies, 1989), Europa (Jörg, 1969; Barthel, 1978), África (Piveteau, 1934), Ásia (Cavin *et al.*, 2003; Yabumoto *et al.*, 2006) e Austrália (Wade, 1935).

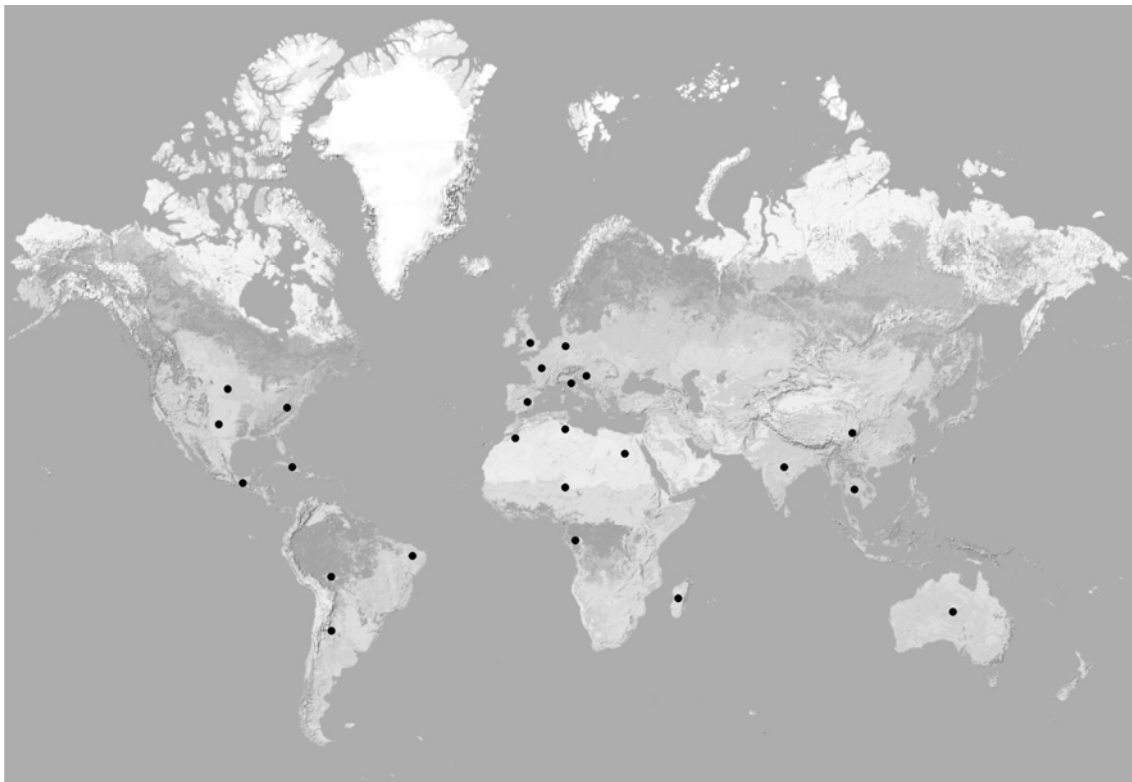


Figura 24: Distribuição geográfica simplificada de Semionotidae nos diversos continentes do planeta (Modificado de Fortier, 2008).

No Brasil, o registro de semionotídeos está restrito às bacias do Nordeste (Fig. 25), havendo fósseis presentes tanto em depósitos continentais quanto marinhos (Gallo & Brito, 2004). São conhecidas 10 espécies de *Lepidotes* distribuídas do ?Jurássico Inferior ao Cretáceo Inferior, havendo um registro incerto para o Cretáceo Superior da Bacia do Grajaú (Dutra & Malabarba, 2001).



Figura 25: Distribuição geográfica dos semionotídeos brasileiros (Retirado de Fortier, 2008).

Estes registros estão baseados, em alguns casos, em esqueletos quase completos e articulados, mas outros ocorrem apenas algumas escamas isoladas. Entretanto, estas escamas ganóides, isoladamente, não são suficientes para atribuir um gênero ou espécie, a não ser quando a morfologia e/ou ornamentação são diagnósticas (Gayet & Meunier, 1986). Gallo (1998) estudou a microestrutura da superfície da ganoína presente nas escamas de semionotídeos brasileiros, constatando que existia uma diversidade nesse tecido ósseo que poderia ser utilizada para fins taxonômicos.

A validade destes estudos é importante uma vez que a presença destas escamas no registro fóssil é abundante, mesmo que constituída por materiais fragmentários, como as registradas para a Bacia de Souza (Gallo & Brito, 2004) e as Bacias do Iguatu.

O registro de semionotídeos nas Bacias do Iguatu tem sido normalmente reportado como “escamas de peixe” (Campos *et al.*, 1976; Vogel, 1976; Ponte *et al.*, 1990; Cavalcanti & Viana, 1992), mas Vogel (1976) descreve para a Bacia de Malhada Vermelha *Lepidotes iguatuensis*, embora, como já foi observado no item 1.3 (Fig. 07), o exemplar em questão se encontrava bastante desarticulado e fragmentado. O mesmo é também observado nos fósseis encontrados nas bacias de Icó (Fortier *et al.*, 2008), Malhada Vermelha e Lima Campos, como é possível observar na Figura 26.

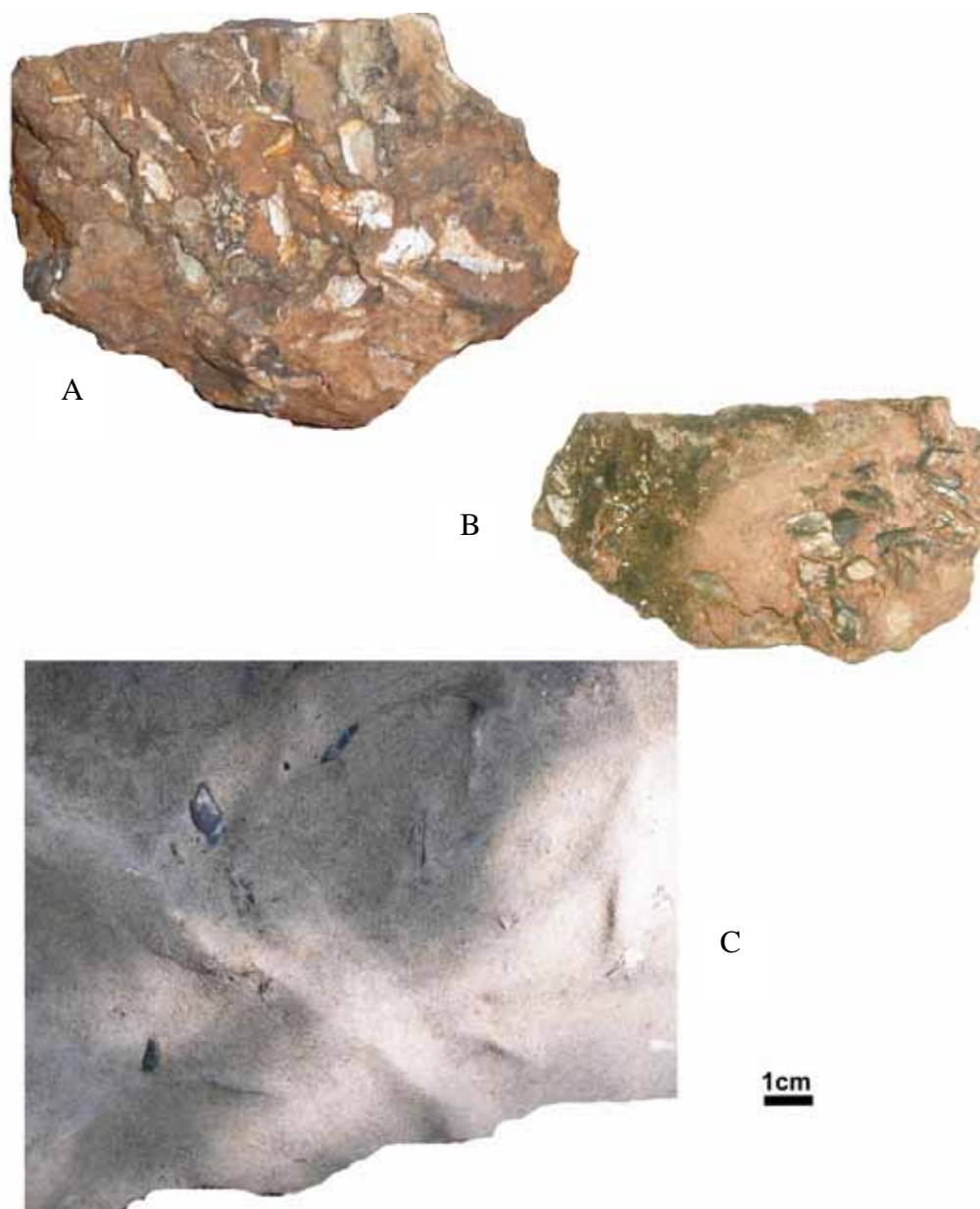


Figura 26: Exemplos de fósseis de Semionotídeos provenientes das bacias de Lima Campos (B) e Malhada Vermelha (A; C).

4.2. Actinistia

Os celacantídeos surgiram no Devoniano Médio e são representados, através de fósseis, até o Cretáceo Superior. Possuem aproximadamente 120 espécies conhecidas com maior diversidade no Triássico (Cloutier & Ahlberg, 1996). Atualmente este grupo é reconhecido apenas pelo gênero *Latimeria*, havendo, portanto uma lacuna no registro de mais de 65 milhões de anos. No registro fóssil, muitas espécies são conhecidas apenas por restos esqueléticos fragmentados (Cloutier & Forey, 1991).

Estes organismos apresentam uma morfologia conservadora e, deste modo, com pouquíssimas exceções, a forma do corpo permaneceu a mesma, particularmente com relação à posição e ao contorno das nadadeiras pares lobadas. O registro fóssil mais recente refere-se a *Megalocoelacanthus dobiei* Schwimmer *et al.*, 1994, no Cretáceo Superior e o mais antigo, *Euporosteus eifelianus* Jaekel, 1927 do Devoniano Médio da Alemanha (Carvalho, 2002). O registro de Actinistia está relacionado tanto a ambientes marinhos quanto estuarinos e de água doce (Carvalho, 2002; Pough, 2003).

No Brasil, os Actinistia são representados por dois gêneros fósseis cretáceos: *Axelrodichthys* Maisey 1986 (Fig. 27) e *Mawsonia* Woodward 1907, além de alguns registros de difícil classificação, devido a seu caráter fragmentário, como o do Permiano Inferior da Formação Irati, Bacia do Paraná. Porém Cloutier & Forey (1991) indicam este registro como incerto.

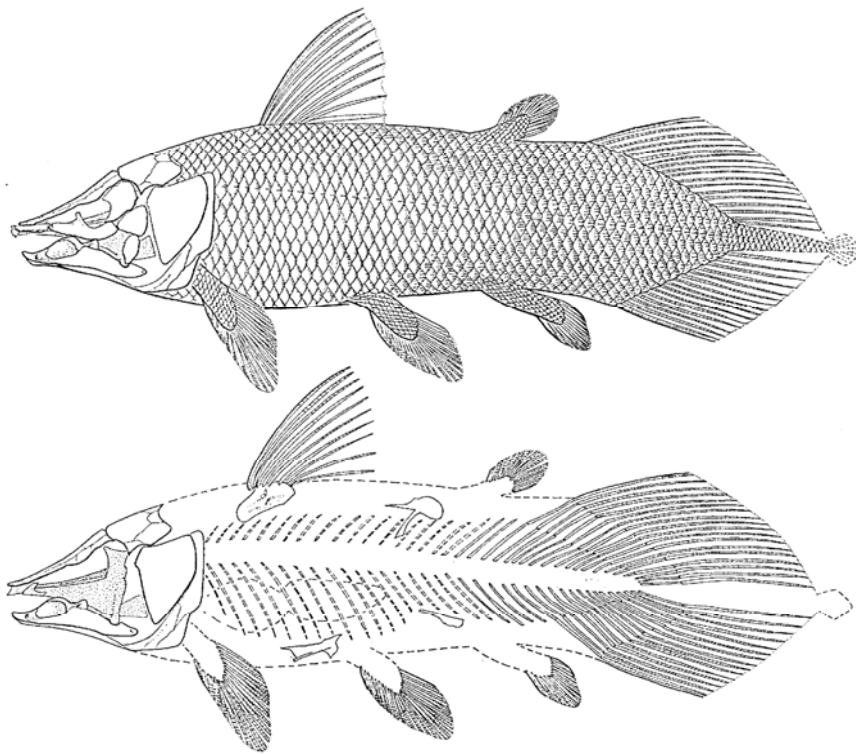


Figura 27: Representações de *Axelrodichthys*. (Modificado de Maisey, 1986)

O gênero *Axelrodichthys* é representado apenas por uma espécie, *Axelrodichthys araripensis*, do Cretáceo Inferior, da Formação Santana, Bacia do Araripe e Formação Codó, no Maranhão (Maisey, 1986; Carvalho & Maisey, 1999). Já o gênero *Mawsonia* é representado pela espécie *M. gigas* Mawson & Woodward, 1907, *M. brasiliensis* Yabumoto, 2002 (Fig. 28) e alguns materiais que não são inclusos apenas com *Mawsonia* sp (Carvalho, 2002).

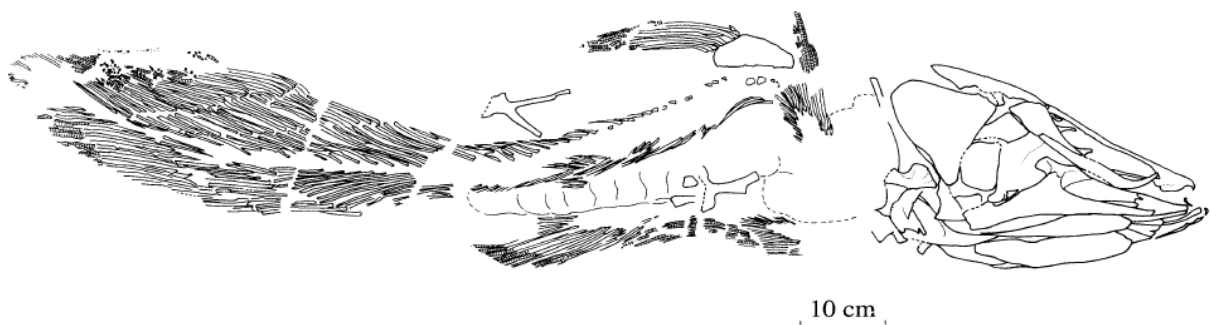


Figura 28: *Mawsonia brasiliensis*, celacantídeo descrito para a Bacia do Araripe. (Modificado de Yabumoto 2002).

Estes dois gêneros formam um clado monofilético (Maisey, 1986; 1991), o qual, juntamente com *Alcoveria*, *Diplurus*, *Chinlea* (Cloutier, 1991) formam o grupo Mawsoniidae (Fig. 29), sendo este grupo-irmão de Latimeriidae, que inclui o gênero *Latimeria* (Schultze, 1993; Cloutier & Ahlberg, 1996).

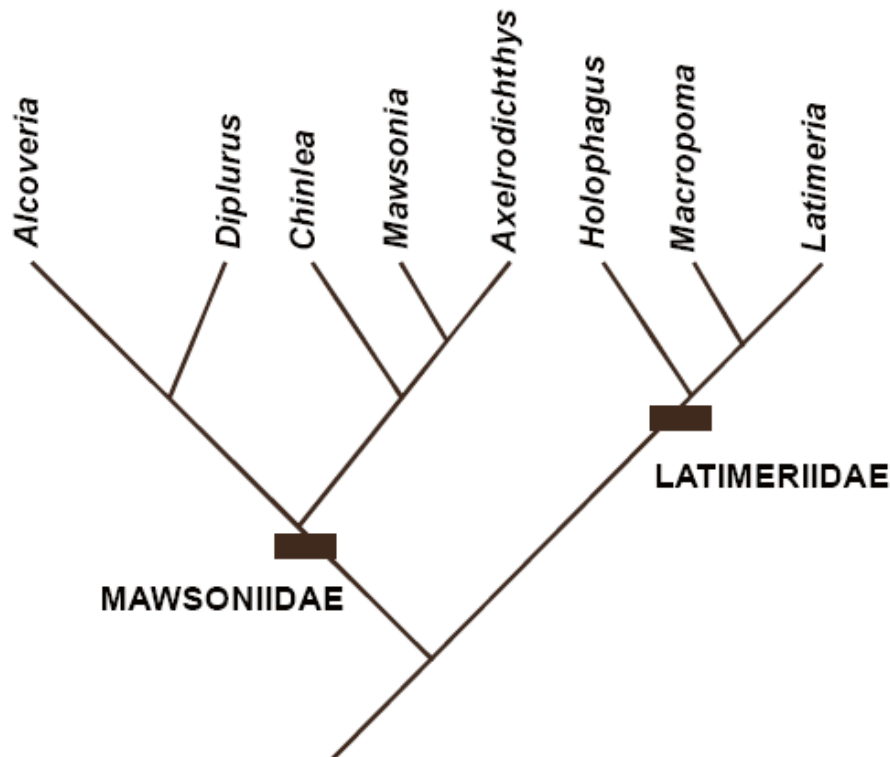


Figura 29: Relações filogenéticas do grupo Mawsoniidae e com o clado Latimeriidae (Modificado de Carvalho, 2002).

Os representantes de Mawsoniidae habitavam diversos ambientes: *Chinlea* e *Diplurus* viviam em lagos dos Estados Unidos, *Mawsonia* e *Axelrodichthys* em águas salobras, rasas e calmas do Brasil e África e *Alcoveria*, da Espanha, em ambientes marinhos (Carvalho, 2002).

No Brasil o registro do gênero *Mawsonia* era considerado escasso até a década de 1980, quando passaram a ser registradas novas ocorrências (Carvalho, 1982; Campos & Wenz, 1982; Maisey, 1986; Brito *et al.*, 1994; Carvalho & Maisey, 1998; Brito & Reis, 1999; Carvalho & Maisey, 1999; Maffizzoni, 2000; Dutra & Malabarba, 2001; Medeiros, 2001; Medeiros & Schultz, 2001;).

Nas Bacias do Iguatu o registro de *Mawsonia* ocorre na Bacia de Iguatu (Brito & Reis, 1999) e os novos fósseis encontrados na Bacia de Lima Campos (Pinheiro *et al.*, 2008) representados, em ambos os casos, por elementos cranianos desarticulados e fragmentados (Fig. 30).

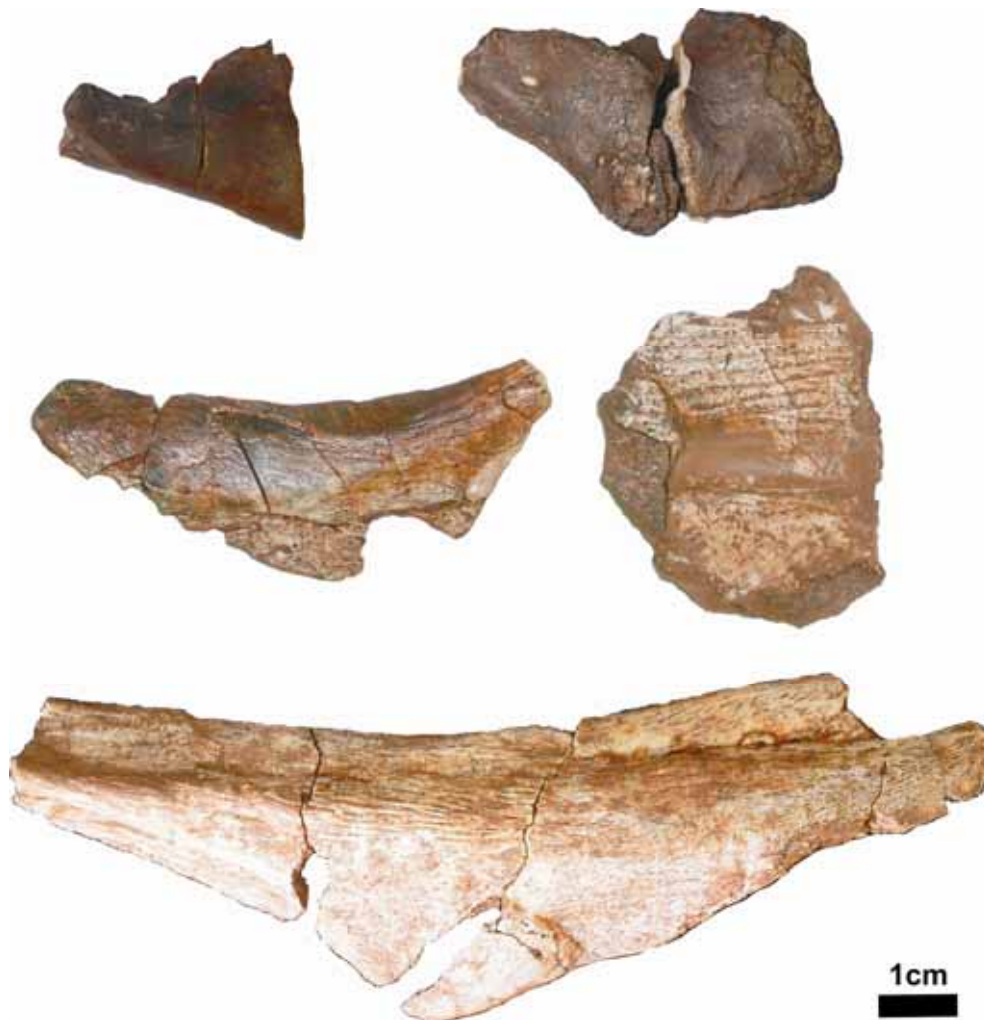


Figura 30: Elementos cranianos e mandibulares atribuídos a *Mawsonia* sp., provenientes da Bacia de Lima Campos, Formação Malhada Vermelha.

4.3. Hibodontiformes

Os tubarões hibodontídeos representam uma das linhagens de Chondrichthyes mais prósperas de todos os tempos, representando a segunda irradiação deste grupo (Pough, 2003). Atingiram diversos tamanhos corporais, com duas nadadeiras dorsais, suportadas por espinhos (Fig. 31), sendo esta uma característica marcante deste grupo (Frickhinger, 1995).

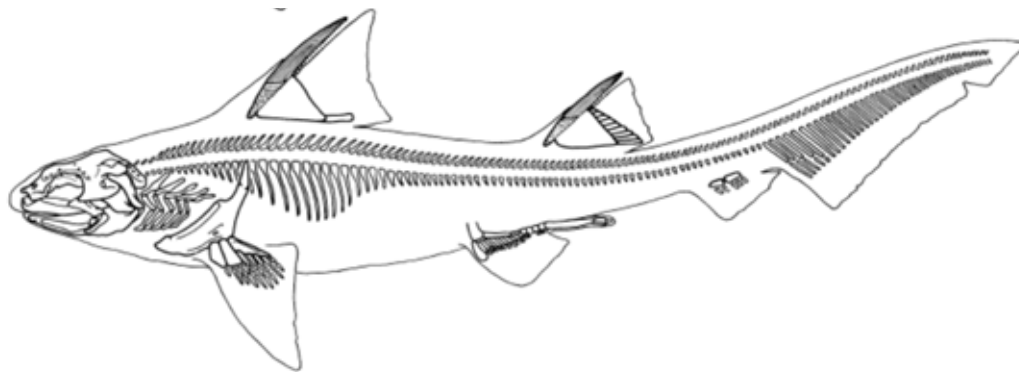


Figura 31: Aspectos gerais de um tubarão hibodontídeo (Modificado de Maisey, 1982)

O primeiro registro deste grupo data do Devoniano Superior, sendo extinto no Cretáceo Superior (Cappetta *et al.*, 1993; Rees, 2008), correspondendo a um intervalo de cerca de 300 milhões de anos. Além desta distribuição temporal, os hibodontídeos são considerados praticamente cosmopolitas (Carvalho, 2002). O grupo Hybodontidae, porém, é considerado parafilético por muitos autores (Maisey, 1984; Rees, 2008), contendo aproximadamente 35 gêneros, estando *Hybodus*, entre os mais conhecidos.

O registro deste grupo, no território brasileiro, ocorre no Triássico (Formação Santa Maria) e Permiano (Rio do Rasto) na Bacia do Paraná (Ragonha & Silva Santos, 1987; Perez & Malabarba, 2002; Malabarba, *et al.*, 2003) e no Cretáceo da Formação Moa, Bacia do Acre (Richter *et al.*, 2004).

Dentre as bacias do nordeste brasileiro, os fósseis deste grupo ocorrem no Cretáceo Inferior, entre 135 e 110 milhões de anos, e estão representadas nas bacias do Araripe, Iguatu, Lima Campos, Parnaíba, Recôncavo, Sanfranciscana e Alagoas, por dentes, espinhos e alguns esqueletos quase completos (Brito, *et al.*, 1994; Carvalho, 2002; Dutra, 2000; Dutra & Malabarba, 2001; Vogel, 1976). Já a Bacia de São Luis, Cretáceo Superior, possui fósseis de hibodontídeos representados apenas por espinhos (Medeiros & Schultz, 2001). Na Figura 32, é possível observar a distribuição dos fósseis encontrados.

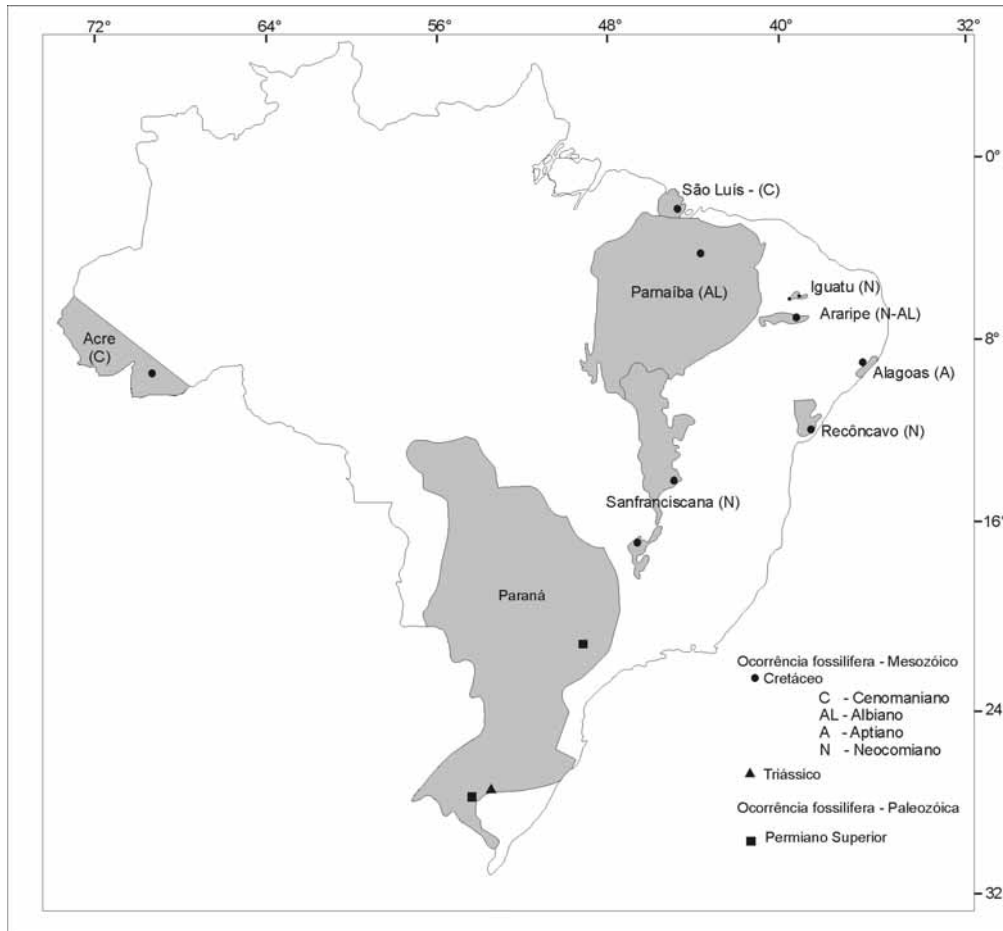


Figura 32: Distribuição geográfica das ocorrências de tubarões hibodontídeos nas bacias sedimentares brasileiras.

A diversidade de tubarões hibodontídeos é representada por quatro gêneros: *Acrodus*, *Hybodus*, *Polyacrodus* e *Tribodus*, com duas espécies formalmente descritas: *Acrodus nitidus* (Bacia do Recôncavo) e *Tribodus limae* (bacias do Araripe e do Parnaíba). Os demais achados são classificados genericamente como hibodontídeos, indicando a problemática de identificação destes organismos a partir de materiais restritos.

Vogel (1976) menciona a presença de dentes e espinhos de *Hybodus hauffianus* na Bacia de Malhada Vermelha, no entanto, esta espécie é considerada restrita ao Jurássico Inferior. Novos materiais provenientes da Bacia de Lima Campos vêm sendo estudados, identificando-os como pertencentes ao gênero *Planohybodus* (Pinheiro *et al.*, 2008), sendo este o primeiro registro deste gênero para o Brasil (Fig. 33).

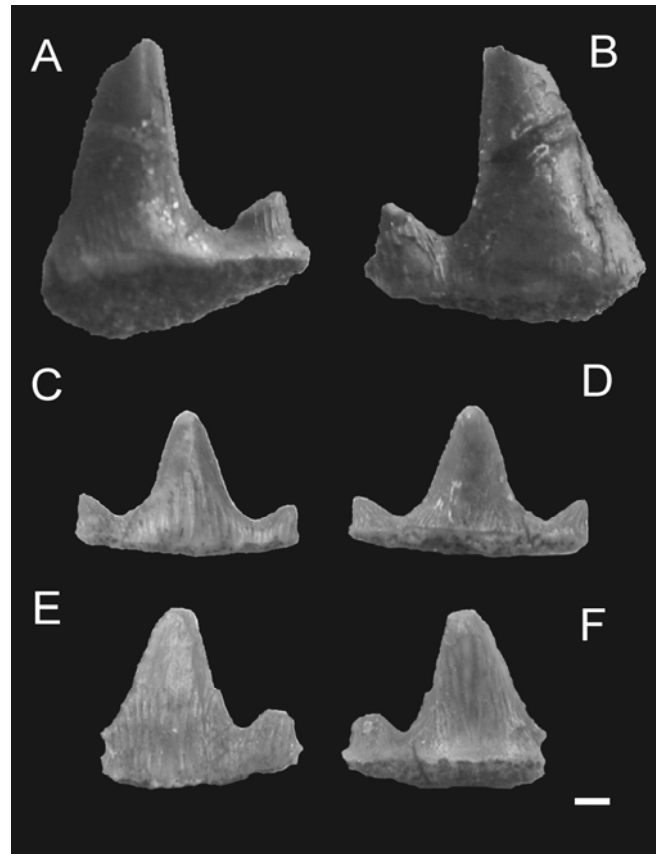


Figura 33: Dentes de *Planohybodus* sp. provenientes da Bacia de Lima Campos (IG – 039). A. LP0002LC – vista lingual, B. LP0002LC – vista labial; C. UFRGS-PV0021K – vista labial, D. UFRGS-PV0021K – vista lingual; E. UFRGS-PV0022K – vista labial, F. UFRGS-PV0022K – vista lingual. Escala: 1 mm (Modificado de Pinheiro, 2008).

Além da paleoictiofauna aqui apresentada, Vogel (1976) indica a presença de dentes de dipnóicos provenientes da localidade Cabeça de Negro, Bacia de Malhada Vermelha. Entretanto, não foram feitos estudos a cerca deste material.

4.4. Crocodilomorfos

Os crocodilomorfos (*Crocodylomorpha sensu* Walker, 1970) representam uma linhagem de arcosauros com um registro fóssil bastante expressivo, tanto temporal quanto geograficamente. Fósseis são encontrados em praticamente todas as regiões e sua amplitude estratigráfica é praticamente contínua (Naish, 2001; Benton, 2005).

A história evolutiva dos crocodilomorfos é bem conhecida, tendo sido incrementada, nos últimos anos, por diversos trabalhos cladísticos que utilizaram uma grande quantidade de táxons em sua reconstrução filogenética (e.g. Turner, 2008; Piras *et al.*, 2008). Além disso, diversos estudos paleobiológicos e paleoecológicos foram feitos, no intuito de entender a real importância destes animais nos ecossistemas pretéritos (Clark, Jacobs & Downs, 1989; Buscalioni *et al.*, 2003; Vasconcellos & Carvalho, 2005, 2006; Lecuona & Pol, 2008).

Os primeiros fósseis datam do Triássico Superior (Carniano), representados por espécies com morfótipos bastante diferente do que é visto atualmente (Fig. 34). Os primeiros crocodilomorfos, como *Terrestrisuchus* e *Pseudoesperosuchus*, eram formas bastante gráceis, com membros longos, corpo reduzido e possuidores de hábito essencialmente cursorial (Carroll, 1988; Benton, 2005). A partir de então, o grupo experimentou um momento de grande diversificação de formas, principalmente entre o Jurássico e o Neógeno. Aparecem no Jurássico as primeiras formas adaptadas ao ambiente aquático, e principalmente marinho, como por exemplo, *Geosaurus* e *Pelagosaurus*. Já no Cretáceo, o registro fóssil apresenta uma grande quantidade de formas terrestres, tanto gráceis como robustas, e semi-aquáticas. Os crocodilomorfos modernos (*Crocodylia sensu* Benton & Clark, 1988) - gaviais, caimans, jacarés e crocodilos - aparecem no Cretáceo Superior e representam a única linhagem que persistiu até os dias de hoje. Os crocodilianos passaram por uma grande expansão, em número de espécies e de formas, no Neógeno, e hoje em dia o grupo é representado por 24 espécies (Brochu, 1999; Naish, 2001).

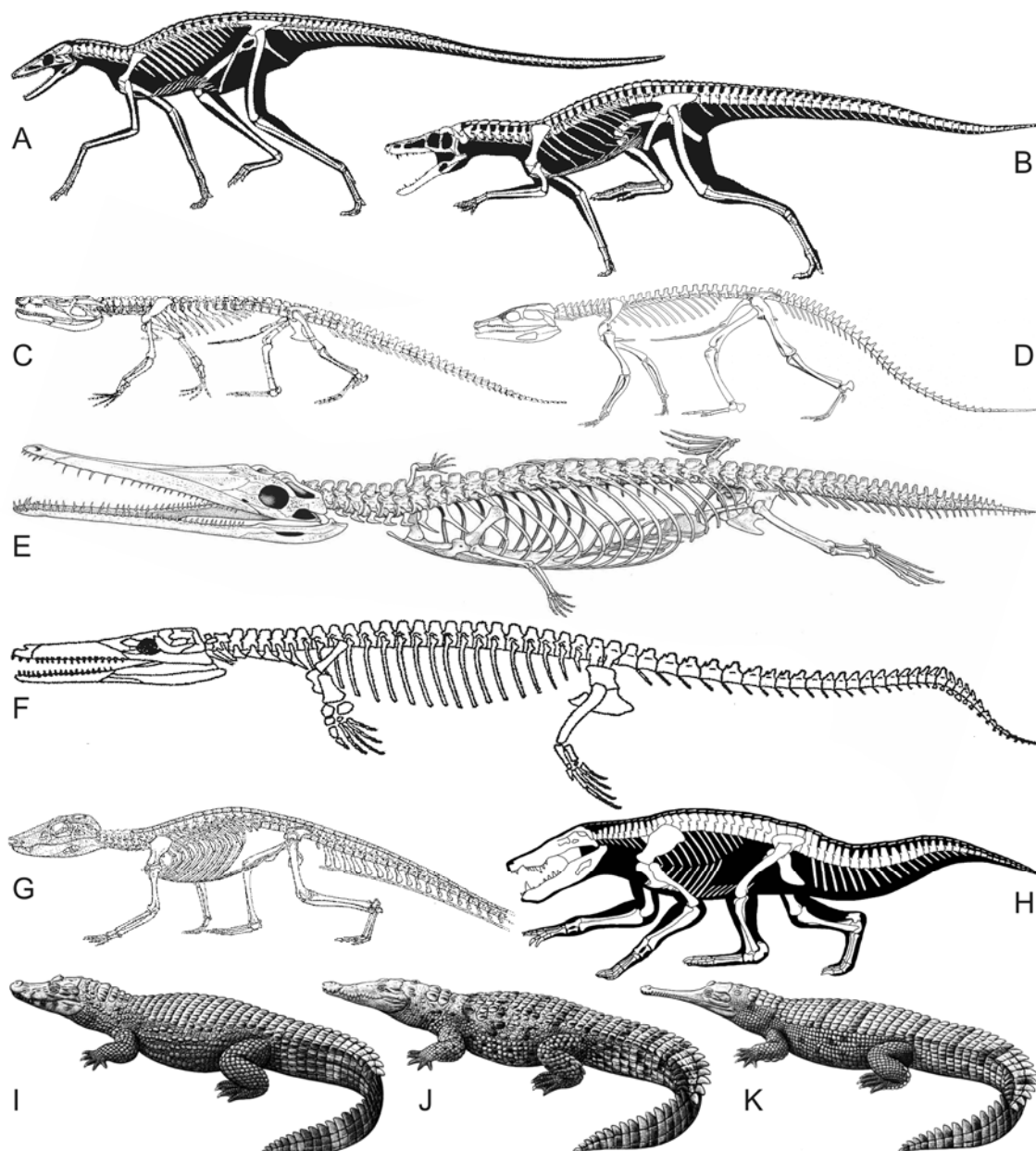


Figura 34: Alguns representantes da grande diversidade de formas de crocodylomorfos. A, *Terrestriisuchus* e B, *Pseudohesperosuchus*, formas triássicas bastante gráceis (esfenosuquídeos). C, *Orthosuchus* e D, *Protosuchus*, formas terrestres jurássicas (protosuquídeos). E, *Pelagosaurus* e F, *Geosaurus*, formas marinhas juro-cretáceas (talatosuquídeos). G, *Araripesuchus* e H, *Stratiotosuchus*, formas cursoriais cretáceas (notosuquídeos). I, *Caiman*, J, *Crocodylus* e K, *Gavialis*, formas semi-aquáticas modernas (eusuquídeos). (Retirado de Fortier, 2008)

A Taxonomia dos crocodylomorfos foi completamente reformulada nas últimas três décadas. O grupo era tradicionalmente agrupado na Ordem Crocodylia, esta constituída de três subordens: Protosuchia, Mesosuchia e Eusuchia (Benton & Clark, 1988). Esta classificação, apesar de criada pelos primeiros evolucionistas, era baseada em gradus que representavam estágios evolutivos, sugerindo uma ordem para o processo evolutivo. A classificação era baseada o estágio de desenvolvimento de duas estruturas: o palato secundário ósseo e os centros vertebrais (Fig. 35).

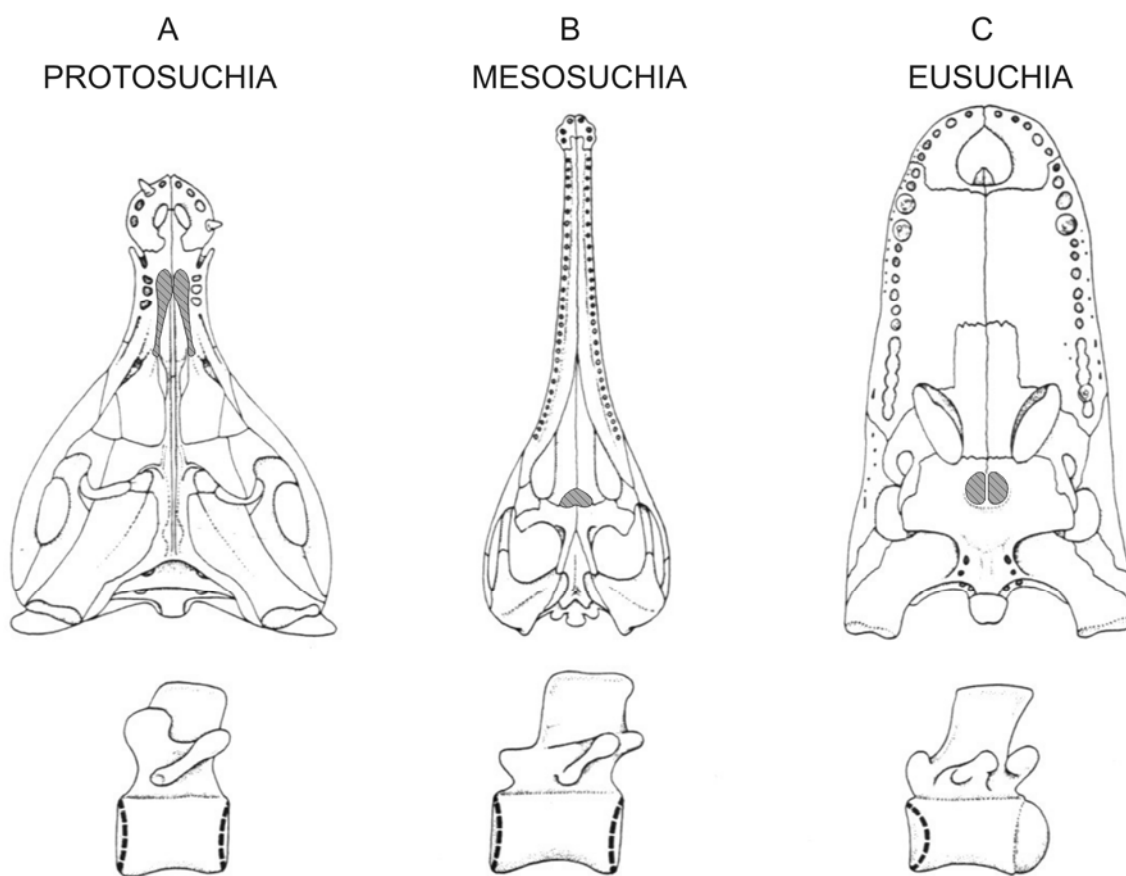


Figura 35: Principais diferenças entre as três principais subordens de Crocodylia (=Crocodylomorpha), na classificação tradicional. As coanas estão indicadas pelo desenho cinza e rachurado, e as vértebras encontram-se representadas em vista lateral esquerda. A, *Orthosuchus stormbergi*, palato secundário incipiente e vértebras anficélicas. B, *Steneoaurus durobrivensis*, palato secundário desenvolvido, mas não completo, e vértebras anficélicas. C, *Albertochampsa langstoni*, palato secundário completamente desenvolvido e vértebras procélicas (Retirado de Fortier, 2008).

Com o desenvolvimento da Sistemática Filogenética, percebeu-se que esta classificação não era viável. Por exemplo, um dos principais trabalhos cladísticos do grupo (Benton & Clark, 1988) observou que “Mesosuchia” incluía, na verdade. Os táxons até então classificados como Eusuchia, tratando-se, portanto, de um grupo polifilético. Diversos outros trabalhos posteriores aplicaram os conceitos cladísticos para classificar os crocodilomorfos, identificando agrupamentos não naturais e propondo nomes para novos agrupamentos, ou clados. A Figura 36 resume a atual classificação dos crocodilomorfos.

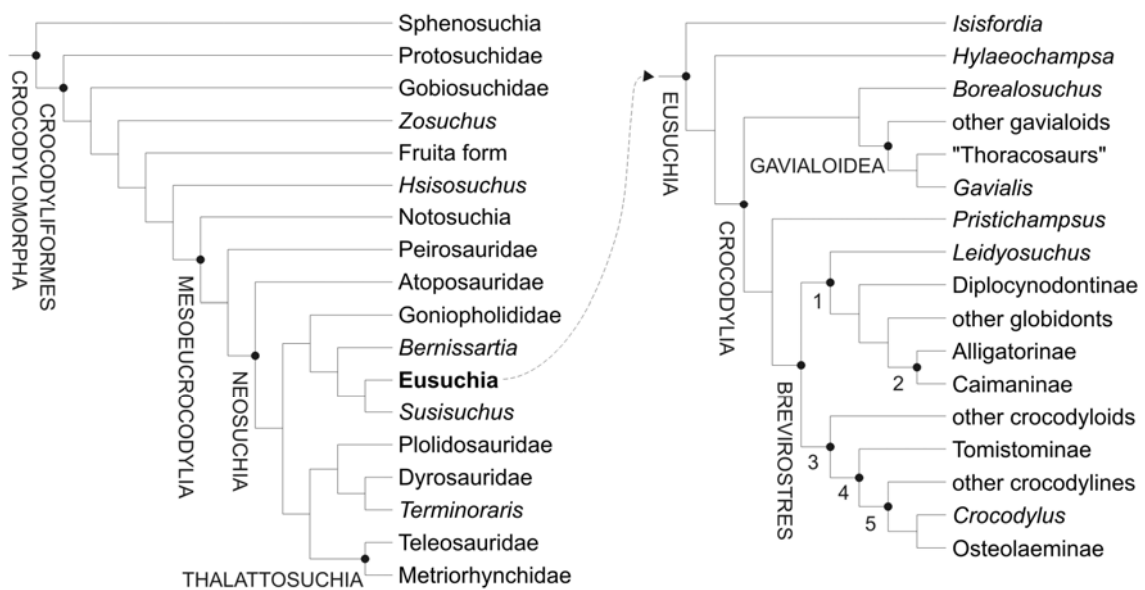


Figura 36: Atual classificação dos Crocodylomorpha (Modificado de Fortier, 2008).

No Brasil, os crocodilomorfos representam um grupo bastante diverso no Mesozóico (Fig. 37), especialmente no Cretáceo, sendo conhecidas mais de 20 espécies, muitas destas preservadas de maneira excepcional. Estas espécies são representantes de diversos grupos: baurusuquídeos, peirosaurídeos e neosúquios (Bertini *et al.*, 1993; Salisbury *et al.*, 2003; Carvalho *et al.*, 2004, 2005, 2007). Fortier (2008) indica que os principais achados deste período são provenientes da Bacia do Araripe (membros Crato e Romualdo, Formação Santana) e do Grupo Bauru (formações Adamantina e Marília, Bacia do Paraná).

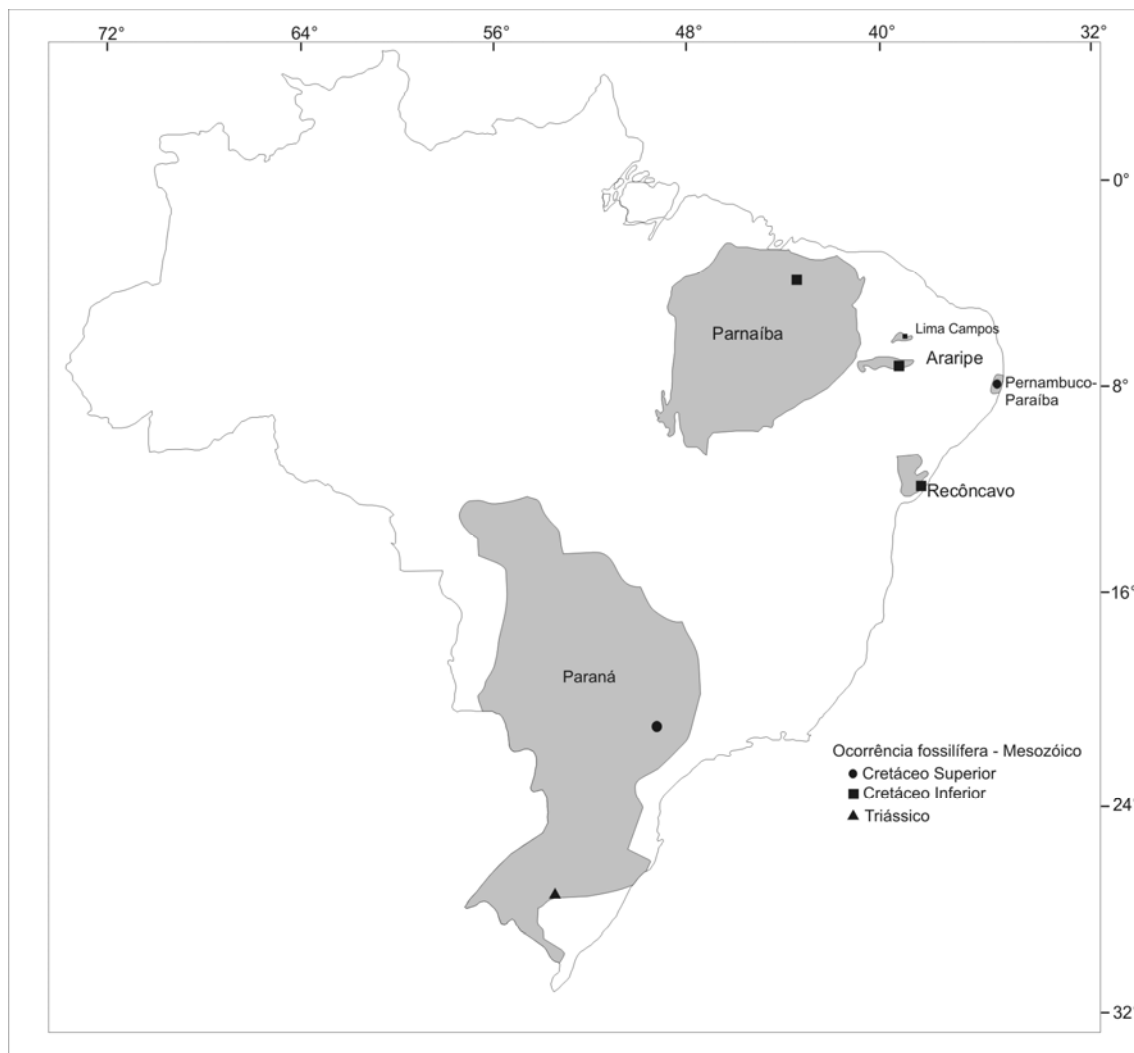


Figura 37: Distribuição geográfica das ocorrências de crocodilomorfos nas bacias sedimentares brasileiras.

Fortier & Schultz (2006) relatam sobre um crocodilomorfo proveniente da Bacia de Lima Campos (Fig. 38), representando o primeiro táxon de amniota a ser formalmente descrito para a mesma. Este espécime estaria relacionado com o gênero *Susisuchus*, constituindo uma nova espécie (Fortier & Schultz, 2009). Nesta mesma bacia fora encontrado um osteodermo de crocodilomorfo (Fig. 39), não relacionado com o anteriormente mencionado. Este material pertencera a um organismo de maiores proporções e de hábitos aquáticos, havendo deste modo pelo menos dois táxons de crocodilomorfos para a bacia supracitada (Figueiredo *et al.*, 2008).

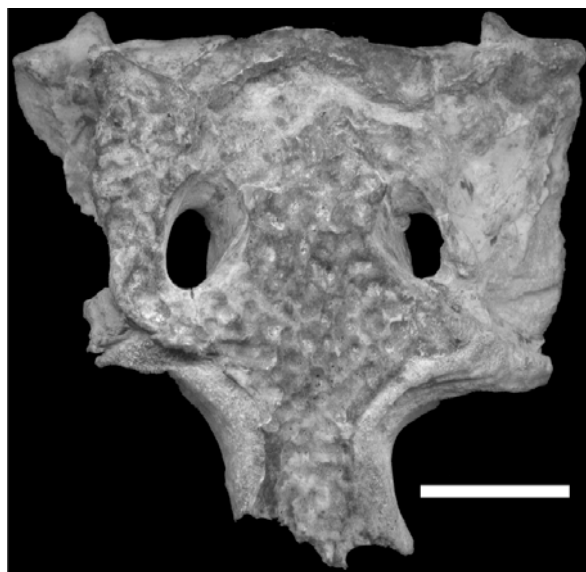


Figura 38: Fragmento craniano (UFRGS-PV0001K) atribuído a Susisuchidae, proveniente da Bacia de Lima Campos, Formação Lima Campos (Escala: 1 cm).

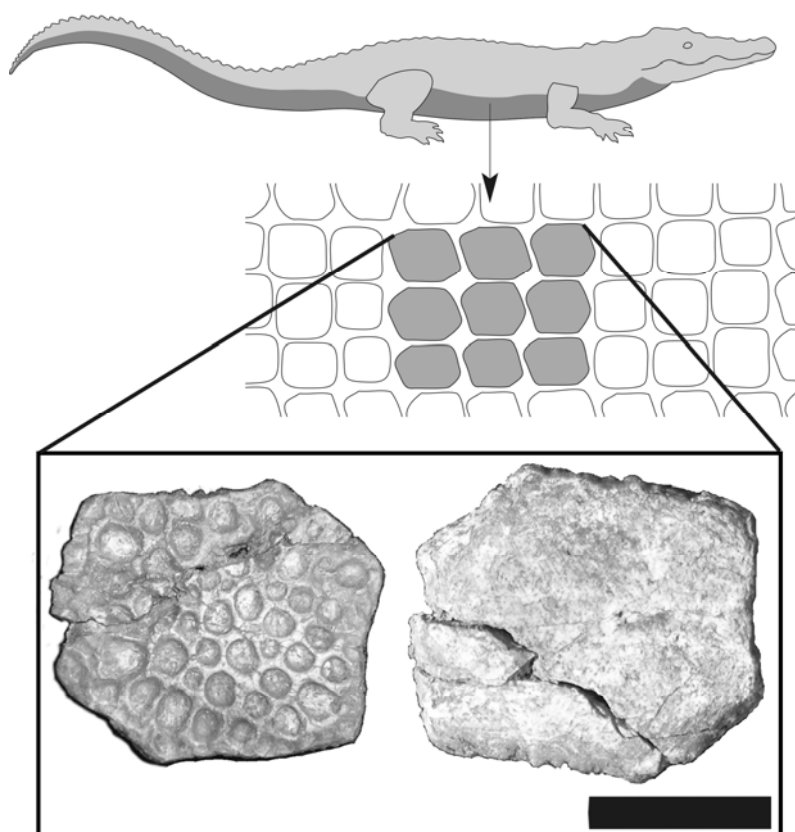


Figura 39: Desenho esquemático da localização presumida dos osteodermos hexagonais (com base em outras formas aquáticas) e o espécime UFRGS – PV 0020K, em vista dorsal (à esq.) e ventral (Escala: 1cm).

5. Contextualização Geológica dos Afloramentos em estudo

Como dito anteriormente, foram realizados dois trabalhos de campo, um em fevereiro de 2007 e outro em janeiro de 2008. Na primeira saída, foram visitados 22 dos afloramentos (Anexos A e B) assinalados por Arima (2007) que continham restos de vertebrados fósseis. Já na segunda, foram priorizados os afloramentos que apresentaram maior quantidade e diversidade fóssil. Dentre estes últimos, alguns serão abordados, neste item, do ponto de vista geológico. Já os Parâmetros Tafonômicos referente aos mesmos serão apresentados no próximo item.

Na área da Bacia de Iguatu, todos os afloramentos encontravam-se parcialmente coberto pela vegetação. Mesmo naqueles em que foi possível observar sedimentos cretáceos, não foram encontrados elementos ósseos com exceção de uma escama ganóide encontrada no ponto IG – 084 (Fig. 40).



Figura 40: Escama ganóide coletada no afloramento IG – 084 (Arima, 2007).

Entre os afloramentos visitados na Bacia de Malhada Vermelha, destacam-se os pontos IG – 087 e 162. Nestes afloramentos não foram feitos perfis, mas foi possível anotar alguns parâmetros tafonômicos, sendo que a abundância dos elementos fósseis nestes pontos aportou dados quantitativos importante para a bacia em questão.

A Bacia de Lima Campos possui o maior número de afloramentos visitados, e é desta bacia que foi realizado o levantamento de perfis de dois afloramentos (IG – 039 e IG – 150) em função da presença, nestes, de fósseis de vertebrados, além do fato dos mesmos representarem momentos distintos do sistema deposicional que preencheu a Bacia no Cretáceo Inferior.

Dos afloramentos visitados na Bacia de Icó, apenas do ponto IG – 254, devido à quantidade de escamas atribuídas ao gênero *Lepidotes* sp. ali presentes, foi feito um perfil, destacando as fácies onde elementos fósseis foram encontrados.

A seguir, serão apresentados os perfis acima mencionados, bem como dados geológicos dos afloramentos correspondentes.

- IG – 039 (Formação Malhada Vermelha, Bacia de Lima Campos)

Este afloramento situa-se nas imediações da localidade de Cascudo, município de Icó, à margem da rodovia CE – 282, com coordenadas UTM 492215/9291072, aflorando dos dois lados da estrada, com cerca de 60 metros de comprimento, estando orientado NW-SE, estando recoberto por sedimentos terciários da Formação Moura (Fig. 41).



Figura 41: Vista geral do afloramento IG – 039, Bacia de Lima Campos.

O perfil sedimentológico levantado (Fig. 42) mostra diversos pacotes de siltitos avermelhados maciços ou com estratificação plano-paralela (Fácies Fsm), de geometria tabular, alternado com pacotes centimétricos de arenito fino com estratificação cruzada cavalgante (fácies Fh). A porção superior do perfil é composta por arenito médio com estratificação cruzada festonada (fácies Sp e St). Todo o pacote possui cerca de 4,5 metros de espessura.

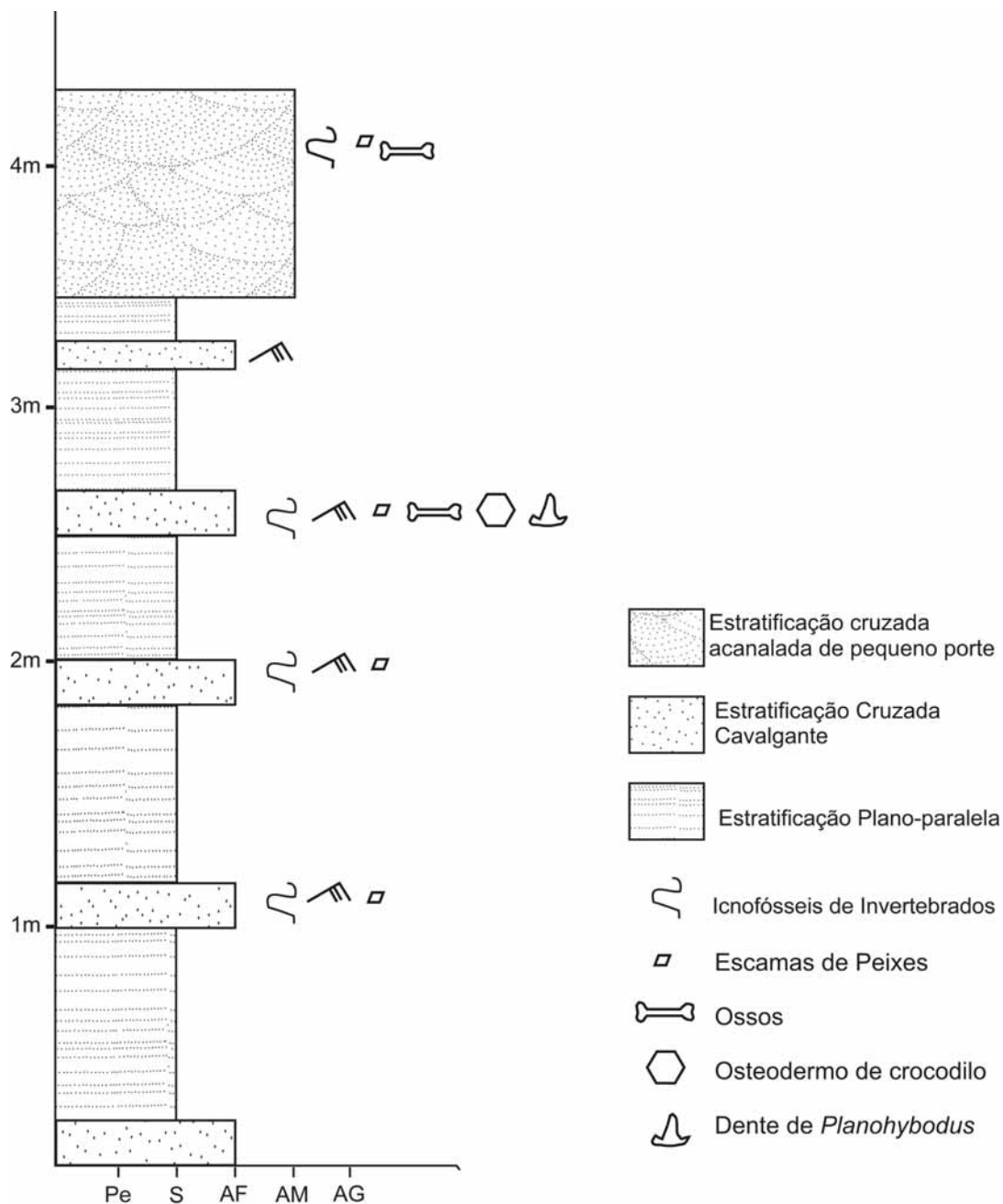


Figura 42: Perfil esquemático do afloramento IG – 039.

Foram realizadas medições de paleocorrente nos pacotes com estratificação cruzada cavalgante e festonada, obtendo, como média destas medições, o quadrante S – SW.

Com base nas informações obtidas, este perfil uma associação de fácies de canal, espraiamento de *crevasse* e planície de inundação, representados pelos elementos arquiteturais CH, CS e FF, respectivamente. Pelas fácies apresentadas, este afloramento constitui um registro do *ISd 2* (Formação Malhada Vermelha), definido por Ponte Filho (1994), porém em diversos levantamentos geológicos, a área onde o IG – 039 está inserido corresponderia a *ISd 1* (Ponte Filho, 1994), conhecido formalmente como Formação Icó (Ponte *et al.*, 1990), indicando um erro de generalização de um determinado ponto para boa parte da Bacia.

Este afloramento destaca-se, entre os aqui abordados, pela quantidade e diversidade de fósseis encontrados, incluindo o primeiro registro de elasmobranquiformes (Pinheiro *et al.*, 2007, 2008), e de um novo registro de crocodilomorfo (Figueiredo *et al.*, 2008) para esta bacia. A diversidade fóssil é evidenciada pela presença de escamas ganóides atribuídas a *Lepidotes* sp. e elementos ósseos pertencentes a celacantídeos (*Mawsonia?*). Estes táxons estão depositados nas fácies de arenito fino e no arenito médio com festonadas. Além de fósseis de vertebrados nestas mesmas fácies foram constatados icnofósseis de invertebrados (Arima, 2007; Figueiredo & Bertoni – Machado, 2008).

- IG – 150 (Formação Lima Campos, Bacia de Lima Campos)

Este afloramento situa-se nas proximidades do Açude Lima Campos, município de Icó, a cerca de 2 Km da rodovia estadual CE – 282, com coordenadas UTM 502950/9290600. O afloramento possui alguns quilômetros de extensão e está orientado E – O (Fig. 43).



Figura 43: Vista geral do afloramento IG – 150, Bacia de Lima Campos.

Através do perfil (Fig. 44) é possível observar, na base, diversos de siltitos maciços alternados com pacotes de arenitos finos a médios maciços (fácies Sm). Seguem-se pacotes de arenitos e conglomerados com diversos tipos de estratificação de modo alternado (Fácies St, Sm e Gt). O pacote possui uma espessura total de cerca de 100 m e caracteriza uma associação de elementos arquiteturais de canal (GB), espriamento de *crevasse* (CS) e planície de inundação (FF). O pacote superior, característico de um sistema de canal, não foi estudado em maior detalhe, uma vez que nele não foram encontrados fósseis até o momento.

Os fósseis provenientes deste afloramento estão inseridos nas fácies Sm, que estão relacionadas ao espriamento de *crevasse*. Além de inúmeras escamas de *Lepidotes* sp., foi encontrado um fragmento craniano de crocodilomorfo que possui relações de parentesco com o grupo Susisuchidae (Fortier & Schultz, 2007) além de diversos fragmentos ósseos indeterminados.

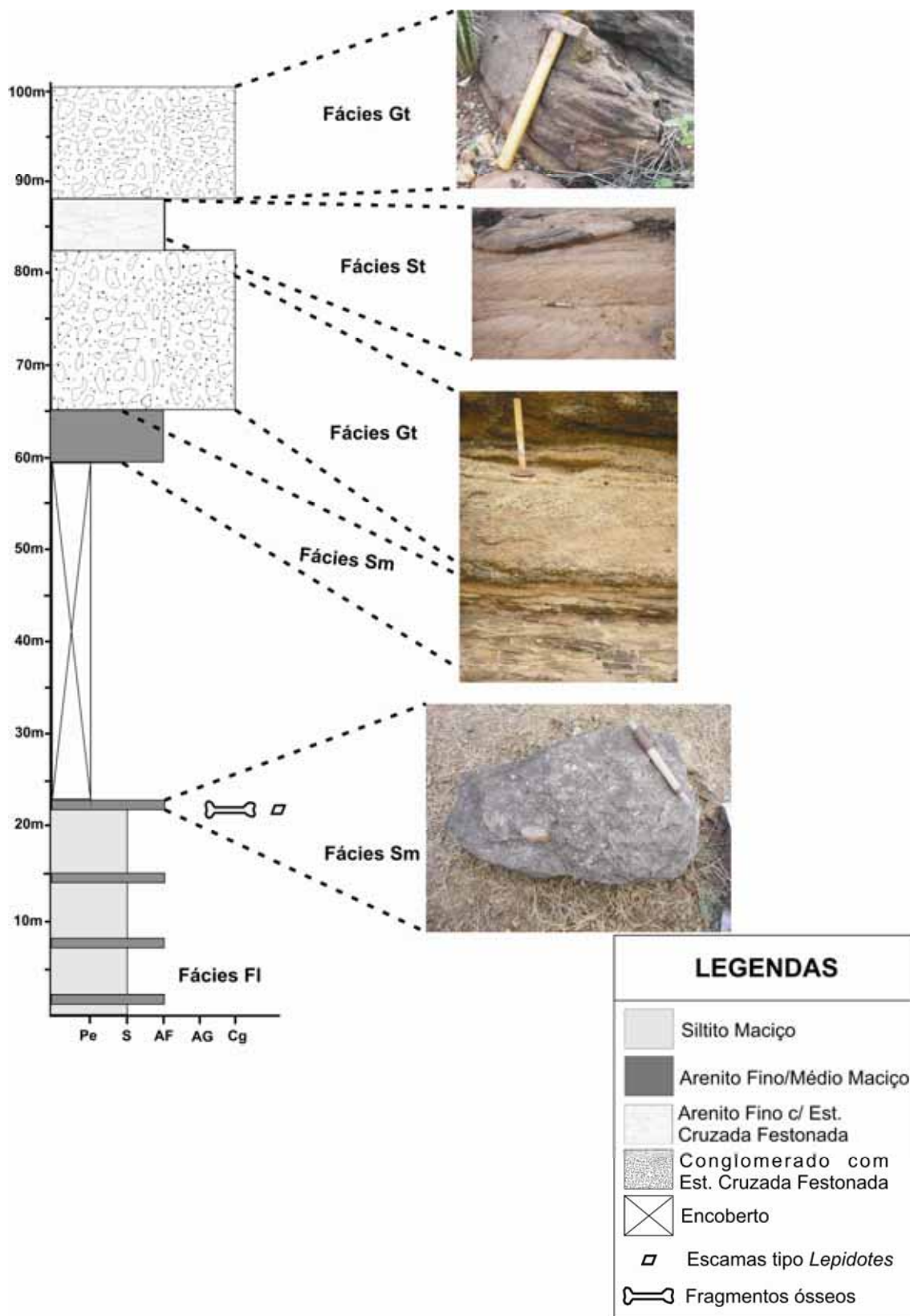


Figura 44: Perfil esquemático do afloramento IG – 150.

- IG – 254 (Formação Icó, Bacia de Icó)

Situado à margem da BR – 116, município de Icó, este afloramento possui coordenadas UTM 533455/9308414 (Fig. 45), e aproximadamente 2 quilômetros de extensão, com orientação NE – SW.



Figura 45: Vista geral do afloramento IG – 254, Bacia de Icó.

Através do perfil levantado (Fig. 46) podem ser identificadas na porção mais basal fácies de arenitos médios a grossos, de coloração amarelada variando para o cinza, contendo extraclastos de 1 a 2 cm e apresentando estratificação cruzada festonada (Fácies St). Na seqüência, ocorre um pacote de pouco mais de 1 metro, composto por arenitos finos a médios, com estratificação cruzada festonada de menor ângulo (Fácies St). Nestas duas camadas foram encontrados fósseis, com características preservacionais distintas. Posteriormente, ocorre um pacote composto por arenitos grossos a conglomeráticos com extraclastos e estratificação cruzada festonada (Fácies Gt), no qual, até o momento não foram encontrados fósseis. No topo deste perfil fora observado siltitos vermelhos maciços (Fácies Fl).

Neste afloramento temos fácies representativas de canal, planícies de inundação e depósitos de *crevasse*, estando os fósseis inseridos nestas últimas. Estes são compostos por fragmentos indeterminados, escamas e ossos cranianos de *Lepidotes* sp., correspondendo ao primeiro registro deste gênero para a Bacia de Icó (Fortier *et al.*, 2008).

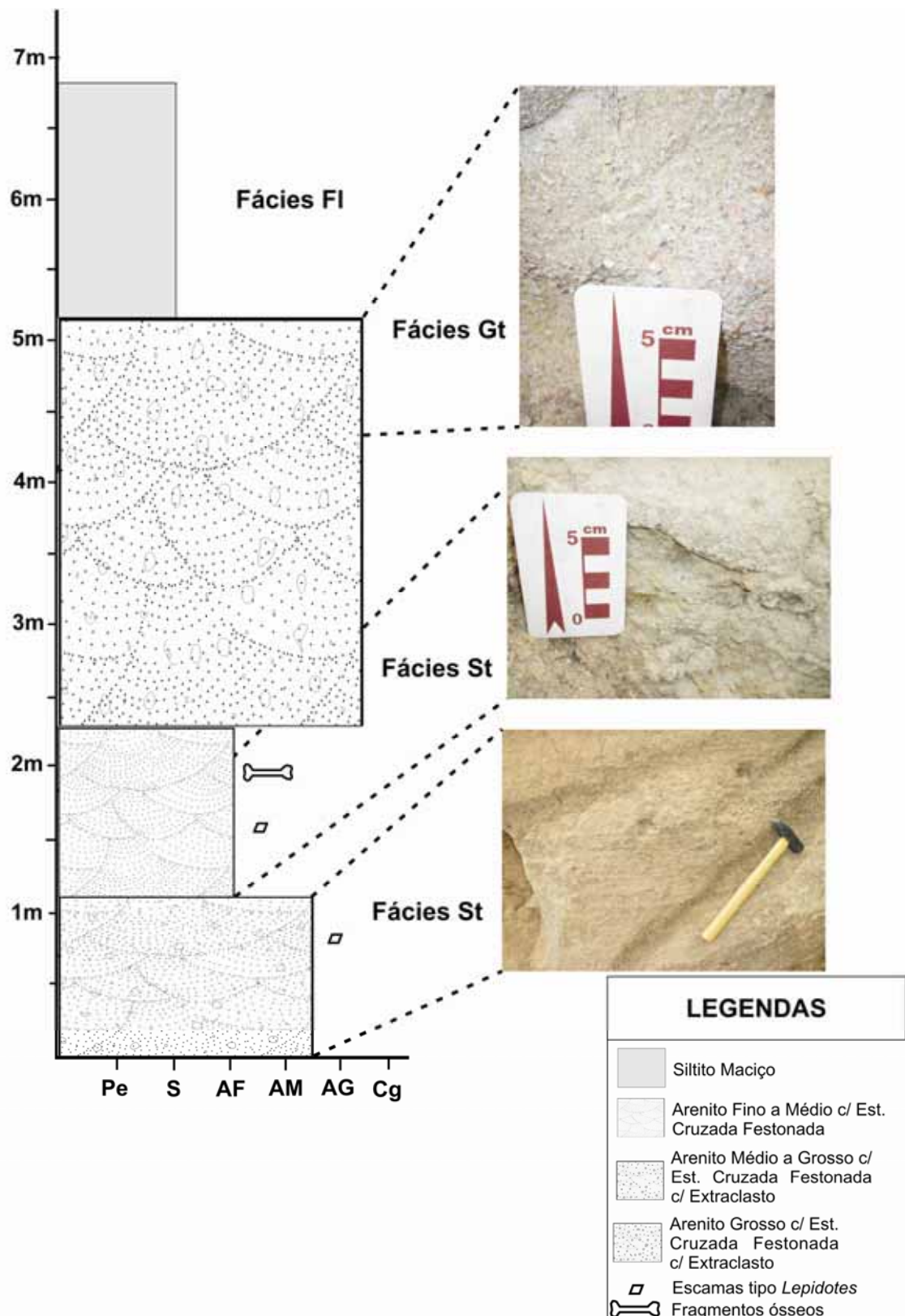


Figura 46: Perfil esquemático do afloramento IG – 254.

- IG – 87, 158 e 162

Como mencionado anteriormente, não foram feitos perfis dos afloramentos IG – 087, 158 e 162. Estes afloramentos estão localizados nas bacias de Malhada Vermelha (IG – 087/ 162) e de Lima Campos (IG – 158), próximos a região das localidades Palestina e Cabeça de Negro e foram aqui reunidos em único tópico devido às similaridades litológicas vistas, correspondendo a Formação Malhada Vermelha. Nestes pontos foram observadas estruturas tabulares de diversos tamanhos, podendo atingir entre 1 m e 1,5 m, de arenito fino a médio, contendo estratificações cruzadas festonadas de pequeno porte (fácies St). Em algumas delas não é possível distinguir as estratificações, de modo que assemelham-se, nestes casos, a um arenito maciço. Estes blocos possuem coloração cinza e são fortemente cimentadas. Além destas características, são ricos em conteúdo fossilífero, contendo escamas e fragmentos ósseos de diversos tamanhos e icnofósseis de invertebrados (Fig. 47).

Estes blocos representam fácies deposicionais de canais fluviais e espraiamento de *crevasse*.



Figura 47: Bloco contendo icnofósseis de invertebrados e fragmentos ósseos, proveniente da Bacia de Malhada Vermelha (IG – 087), escala: 18 cm.

6. ANÁLISE TAFONÔMICA

6.1. Pontos de coleta e lista de material

Como mencionado anteriormente, os fósseis presentes nesta análise são provenientes de afloramentos localizados nas bacias de Icó, Lima Campos e Malhada Vermelha, sendo um deles na Bacia de Icó (IG – 254), três na Bacia de Lima Campos (IG – 039, 150, 158) e dois na Bacia de Malhada Vermelha (IG – 087, 162).

O material encontrado nos afloramentos estudados é composto por restos esqueléticos de peixes ósseos, cartilagenosos e de crocodilomorfos. As coletas efetuadas durante o andamento deste trabalho foram efetuadas de maneira tafonomicamente orientada, marcando-se os pontos de coleta, bem como o mergulho e a posição dos ossos no sedimento.

Os fósseis coletados estão tombados no Laboratório de Paleontologia de Vertebrados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o código de tomo UFRGS – PV 0000 K; e no Laboratório de Paleontologia da Universidade Estadual do Ceará sob os códigos de tomo LP 0000 IG; LP 0000 MV; LP 0000 LC; LP 0000 IC, indicando a bacia de origem dos fósseis, Iguatu, Malhada Vermelha, Lima Campos e Icó, respectivamente (Tabela 03).

Número	Descrição	Procedência
UFRGS- PV0001K	Fragmento craniano de um crocodilomorfo	Bacia de Lima Campos, Form. Lima Campos
UFRGS- PV0002K	Fragmento craniano de um semionotídeo	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0003K	Escamas da cadeia dorsal de um semionotídeo	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0004K	Escamas da cadeia dorsal de um semionotídeo	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0005K	Escamas da cadeia dorsal de um semionotídeo	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0006K	Escamas anteriores de um semionotídeo	Bacia de Icó, Form. Icó

UFRGS- PV0007K	Esc. Ant. de um semionotídeo	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0008K	Escamas anteriores de um semionotídeo	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0009K	Escamas posteriores rômbricas	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0010K	Escamas posteriores rômbricas	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0011K	Escamas posteriores rômbricas	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0012K	Escamas posteriores fusiformes e subcirculares	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0013K	Escamas posteriores fusiformes e subcirculares	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0014K	Escamas posteriores fusiformes e subcirculares	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0015K	Escamas posteriores fusiformes e subcirculares	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0016K	Lâmina de Escama posterior fusiforme	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0017K	Lâmina de Escama posterior fusiforme	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0018K	Lâmina de Escama posterior fusiforme	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0020K	Osteodermo de Crocodilomorfo	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0021K	Dente Tubarão	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0022K	Dente Tubarão	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0023K	Molde de Osteodermo de Crocodilomorfo	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0024K	Ramo mandibular - Celacantídeo	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0025K	Fragmento de quadrado - Celacantídeo	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha

UFRGS- PV0026K	Fragmento de angular- Celacantídeo	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0027K	Fragmento de proótico - Celacantídeo	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0028K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0029K	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0030K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0031K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0032K	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0033K	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0034K	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0035K	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0036K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0037K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0038K	Fragmentos ósseos	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0039K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0040K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0041K	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha

UFRGS- PV0042K	Escama fusiforme tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0043K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0044K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0045K	Fragmento craniano de um Celacantídeo	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0046K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Icó, Form. Icó
UFRGS- PV0047K	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0048K	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0049K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0050K	Escama fusiforme	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0051K	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0052K	Lâmina de Escama posterior fusiforme	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0053K	Lâmina de Escama posterior fusiforme	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
UFRGS- PV0054K	Lâmina de Escama posterior fusiforme	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
LP 0002LC	Dente Tubarão	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
LP0003LC	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
LP0004LC	Fragmentos ósseos/ Escamas fusiformes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha

LP0005LC	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
LP0006LC	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
LP0007LC	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
LP0008LC	Fragmentos ósseos/ fusiformes Escamas	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
LP0009 LC	Escamas ganóides tipo Lepidotes	Bacia de Lima Campos, Form. Malhada Vermelha
LP0001MV	Fragmentos ósseos/ fusiformes Escamas	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
LP0002MV	Fragmentos ósseos/ fusiformes Escamas	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
LP0003MV	Fragmentos ósseos/ fusiformes Escamas	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
LP0004MV	Fragmentos ósseos/ fusiformes Escamas	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
LP0005MV	Fragmentos ósseos/ fusiformes Escamas	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha
LP0006MV	Fragmentos ósseos/ fusiformes Escamas	Bacia de Malhada Vermelha, Form. Malhada Vermelha

Tabela 03: Relação dos fósseis tombados utilizados nas análises tafonômicas.

6.2. Descrição das concentrações fossilíferas

Complementando o que já fora abordado anteriormente, neste item as concentrações fossilíferas encontradas nos afloramentos estudados serão descritas sob o ponto de vista tafonômico, de modo a integrar com as feições litológicas abordadas no item 5 deste trabalho.

6.2.1. Bacia de Icó

- Ponto IG - 254

Os fósseis provenientes desta bacia estão preservados em três dimensões, em duas litofácies: arenito fino com Estratificação Cruzada Festonada e em arenitos grossos contendo extra-clastos e com o mesmo tipo de estratificação anterior.

Na fácies de arenito fino, os fósseis encontram-se dispersos, estando suportados pela matriz. Estes elementos são de tamanhos aproximadamente equivalentes, entre 1 e 2 centímetros, com exceção do osso opercular de 8,6 centímetros, possuem, portanto um grau de seleção Unimodal. A distribuição em corte, com relação à matriz, é de maneira concordante (Fig. 48), e a distribuição azimutal é polimodal (Fig. 49).



Figura 48: Escama ganóide disposta de maneira concordante em relação à estratificação das fácies de Arenito Fino.



Figura 49: Distribuição polimodal dos fósseis preservados na fácies de Arenito Fino.

Os fósseis preservados no arenito grosso são na maioria escamas, e fragmentos ósseos possuindo no máximo 4 centímetros de comprimento e encontram-se dispersos, estando suportado pela matriz. A distribuição em corte de maneira oblíqua (Fig. 50).



Figura 50: Fóssil disposto obliquamente em relação a matriz de Arenito Grosso com extra-clastos.

Os materiais encontram-se desarticulados e fragmentados. Entretanto, estão bem preservados, uma vez que normalmente é possível observar a camada de ganoína nas escamas tipo *Lepidotes* e estruturas de ornamentação nos fragmentos ósseos, como no opercular. Porém, é possível observar que o grau de abrasão nos fósseis presentes nas fácies St com extra-clastos é maior do que as fácies St de arenito fino.

Neste afloramento foi possível identificar somente um gênero de peixe ósseo: *Lepidotes* sp. Deste modo, a assembléia aqui apresentada é considerada monoespecífica e monotípica, uma vez que foram encontrados, majoritariamente, escamas e pequenos fragmentos ósseos, além de um osso opercular.

6.2.2. Bacia de Lima Campos

- Ponto IG – 039

O material encontrado neste afloramento é composto por diversas escamas ganóides tipo *Lepidotes*, além de elementos cranianos de celacantídeos, dentes de tubarões, pertencentes ao gênero *Planohyodus* sp., e elementos pertencentes a crocódilomorfos, representando, assim uma assembléia poliespecífica e politípica. A figura 51 apresenta os pontos de coleta destes materiais.



Figura 51: Foto em detalhe do afloramento IG – 039, indicando os pontos aonde foram coletados fósseis de vertebrados.

Os fósseis coletados estão inseridos nas camadas de arenito fino com Estratificação Cruzada Cavalgante, e nas fácies de arenito grosso com Cruzadas Festonadas.

Nas fácies de arenito fino os tamanhos dos fósseis variam entre pequenos dentes de elasmobranquiiformes a fragmentos ósseos de mais de 15 centímetros. Representam, assim, uma assembléia com grau de seleção polimodal (Fig. 52).



Figura 52: Bloco de rocha contendo elementos fósseis de diferentes tamanhos, indicando o grau de seleção polimodal desta tafocenose.

É possível observar que os blocos coletados possuem um grau de empacotamento de fracamente empacotado, com orientação, em seção de maneira concordante às estruturas sedimentares, enquanto outros estão de maneira oblíqua. Já em planta, a distribuição azimutal é polimodal, não havendo uma direção dominante (Fig. 53).



Figura 53: Elementos fósseis distribuídos de maneira polimodal nas fácies de Arenito fino com Estratificação Cruzada Cavalgante.

Todos os materiais encontram-se desarticulados, a maioria estando pouco ou nada fragmentados, sendo que os elementos que se encontram fragmentados não possuem arredondamentos em suas extremidades. Um alto grau de preservação é atestado nas estruturas de ornamentação de ossos cranianos de celacantídeos, no osteodermo de crocodilomorfo ou nas estrias presentes nos dentes de *Planohybodus* sp., bem como na presença de esmalte destes elementos.

As características acima apresentadas indicam um baixo grau de intemperismo, possibilitando a preservação de detalhes nos fósseis coletados neste afloramento. Os fósseis coletados possuem deformações, como compressão, havendo muitas escamas com a estrutura de ganoína quebradiça (Fig. 54).

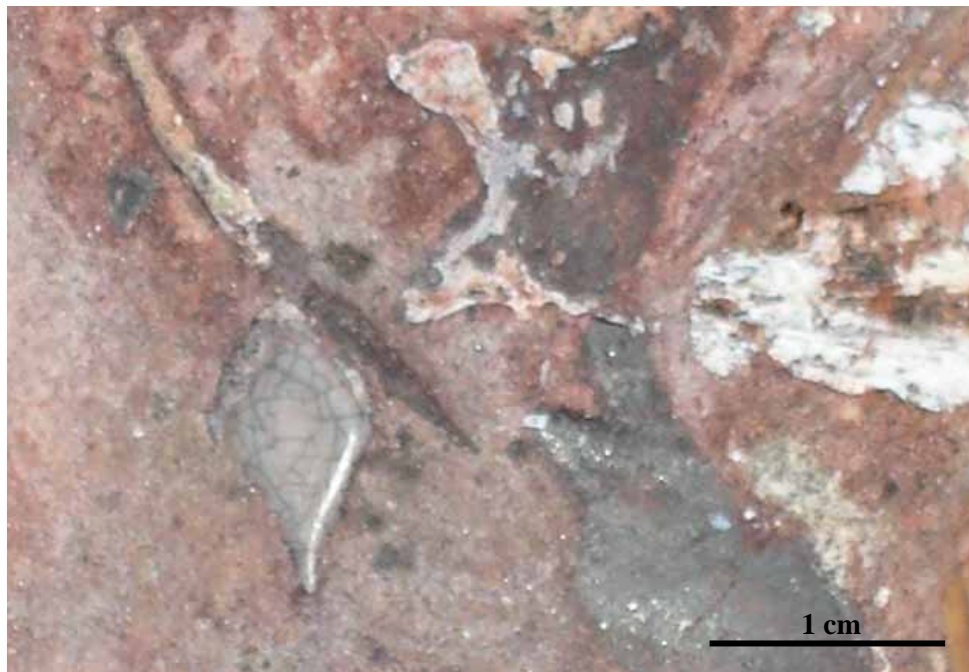


Figura 54: Escama ganóide, destacando a estrutura quebradiça da camada de ganoina.

Já na fácies de Arenito Grosso com Cruzadas Festonadas, a diversidade fóssil é consideravelmente menor, estando representada por escamas tipo de *Lepidotes* e fragmentos ósseos de diferentes tamanhos, incluindo um elemento fóssil com cerca de 17 centímetros, atribuído ao gênero *Mawsonia*. Além disto, os fósseis coletados nesta fácies estão mais desgastados pelo intemperismo, estando mais friáveis e de difícil remoção da matriz circundante.

Os blocos provenientes desta fácies possuem um grau de empacotamento disperso, e com orientação, em seção, de maneira concordante e em planta, a distribuição azimutal é semelhante do observado nas fácies com Cavalgante, ou seja polimodal.

- Ponto IG – 150

Neste afloramento foram coletados escamas tipo *Lepidotes* sp., além de um fragmento do teto craniano de um crocodilomorfo (Fortier & Schultz, 2006), além de fragmentos indeterminados. Representa, portanto, uma assembléia poliespecífica, com pelo menos dois táxons distintos.

Assim como os demais fósseis coletados na Bacia de Lima Campos, os provenientes deste ponto encontram-se desarticulados e estão dispersos na matriz, mas apresentam maior grau de fragmentação do que o observado no afloramento anteriormente abordado, havendo ainda certa seleção no tamanho dos bioclastos, não tendo sido observados elementos com mais que 4 centímetros.

Mais uma vez, apesar do alto grau de fragmentação, observa-se que os fósseis sofreram pouca abrasão, estando preservadas, inclusive, pequenas estruturas de ornamentação e um espinho no fragmento craniano encontrado (Fortier & Schultz, 2009). Neste mesmo fragmento, é possível constatar, em vista occipital, um achatamento diferenciado entre o lado esquerdo e o direito (Fig. 55), além de elementos ósseos com maior grau de arredondamento de suas extremidades.



Figura 55: Vista occipital do fragmento craniano, indicando a compactação ocorrida no lado esquerdo, evidenciado pela deformação do osso Quadrado (q) (Escala: 1 cm).

A orientação azimutal dos fósseis coletados no IG – 150 repete o padrão dos demais afloramentos estudados, apresentando-se de maneira polimodal, e em seção distribuem-se de maneira concordante com a matriz.

- Ponto IG – 158

Os fósseis coletados neste ponto estão inseridos em uma matriz de arenito fino a médio com festonada, indicando um ambiente com corrente. Estes blocos são altamente cimentados, de cor acinzentada, havendo alguns com variação para o vermelho.

Estes blocos são altamente fossilíferas, podendo-os considerar como Densamente Empacotadas (Fig. 56), havendo elementos de tamanhos distintos, em um mesmo bloco, caracterizando uma seleção polimodal.



Figura 56: Bloco de rocha proveniente de IG – 158, indicando a alta densidade de elementos fósseis.

A distribuição dos elementos fósseis é de maneira concordante em relação ao plano de acamamento da matriz e sua distribuição azimutal é polimodal (Fig. 57). Muitos dos restos ósseos e escamas encontram-se bastante abradidos, não estando preservadas estruturas de ornamentação, ou a camada de ganoína nas escamas.

Devido ao alto grau de fragmentação, só foi possível identificar um grupo taxonômico neste ponto, pertencendo ao gênero *Lepidotes* sp., constituindo assim uma assembléia monoespecífica.

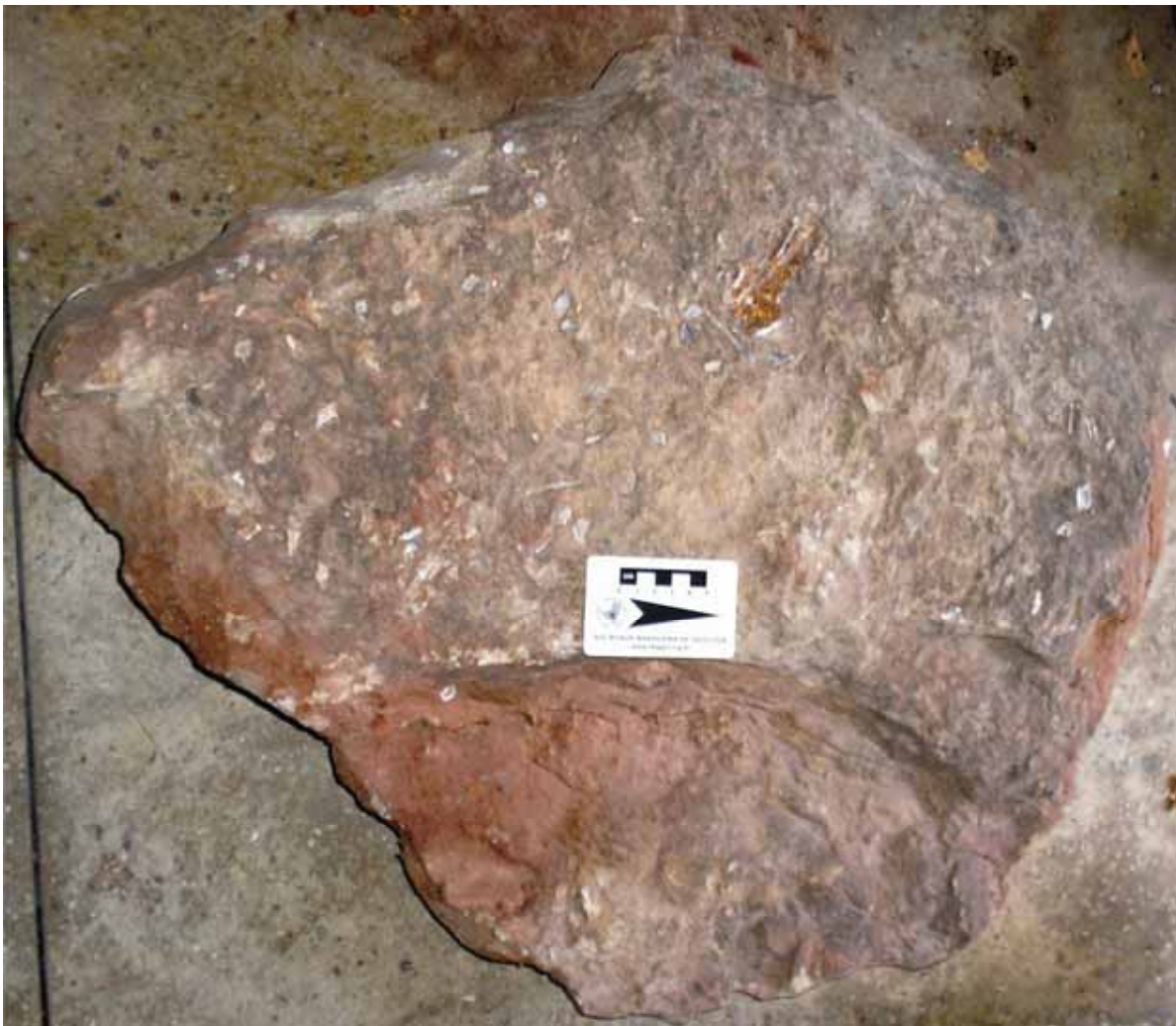


Figura 57: Bloco LP0005LC, indicando a distribuição polimodal existente no afloramento IG – 158, e os diferentes tamanhos dos fósseis coletados.

6.2.3. Bacia de Malhada Vermelha

Como já foi mencionado, apesar de não ter sido levantados perfis estratigráficos dos afloramentos da Bacia de Malhada Vermelha (IG 087/ 162), os fósseis provenientes destes pontos foram incluídos nas análises tafonômicas devido aos dados quantitativos que os mesmos podem fornecer.

- Ponto IG – 087

Os blocos de arenito fino a médio com cruzadas festonadas se assemelham aos observados no afloramento IG – 158, Bacia de Lima Campos, sendo, porém mais cimentados e relativamente com menor quantidade de fósseis. Estes se encontram dispersos na matriz, e, com exceção das escamas, a maioria mede mais do que 3 centímetros.

Os restos ósseos encontrados neste afloramento sofreram desgaste causado pelo intemperismo, com extremidades arredondadas, não sendo possível diferenciar ornamentações, ou outras feições superficiais. Em muitas escamas, não ficou preservada a camada de ganoína (Fig. 58).



Figura 58: Elementos fósseis com alto grau de desgaste, não podendo ser observado a camada de ganoína das escamas, e elementos ósseos com superfícies sem ornamentações ou outras feições superficiais.

Os ossos e escamas apresentam-se escurecidos, diferenciando dos fósseis encontrados nos demais afloramentos. Outra característica distinta é a disposição de alguns dos bioclastos, na matriz, de maneira perpendicular às estruturas sedimentares, havendo, porém, blocos em que esta disposição concordante (Fig. 59).



Figura 59: Elementos ósseos dispostos de maneira concordante em relação às camadas sedimentares (Escala: 18 cm).

- Ponto IG – 162

Esta assembléia é muito semelhante àquela descrita para o ponto IG – 087. Entretanto, diferencia-se por uma melhor preservação dos fósseis, que estão menos abradidos, sendo que, em muitos deles, é possível observar detalhes anatômicos e de ornamentação (Fig. 60). Por outro lado, esta situação de preservação não ocorre nas escamas, nas quais é possível observar apenas a estrutura óssea, estando ausente a camada de ganoína.

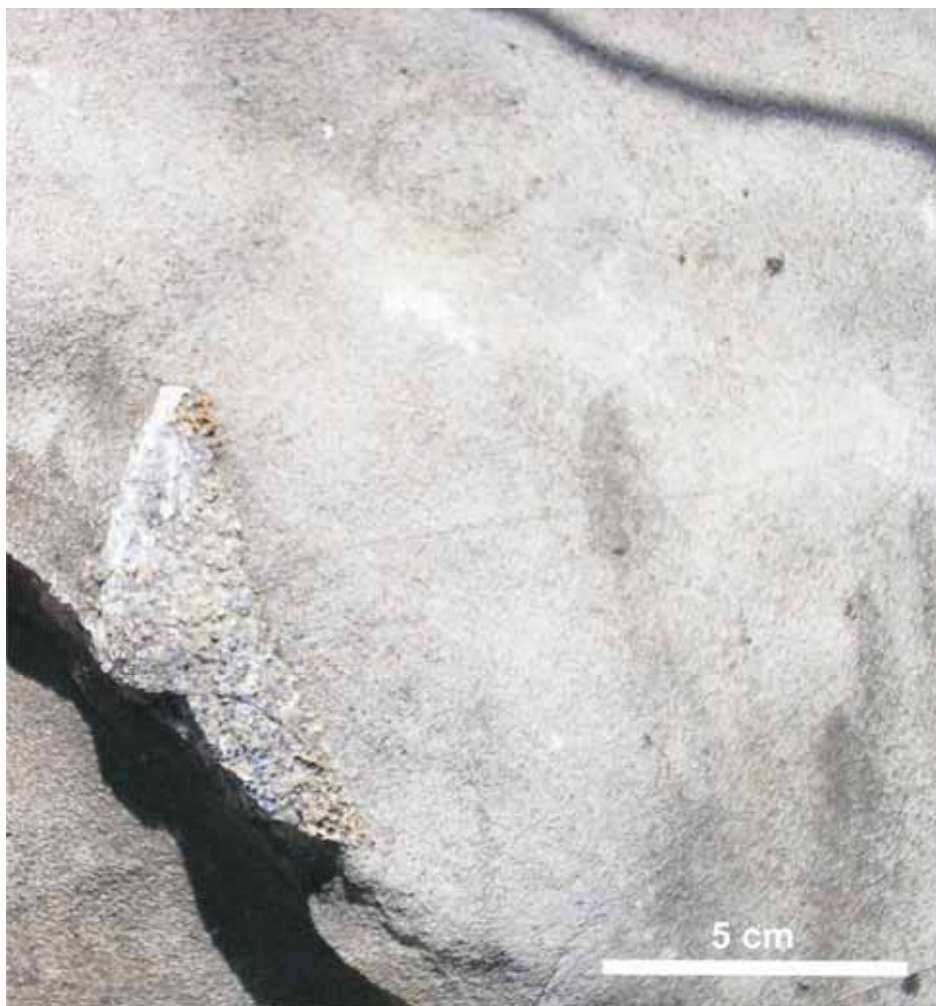


Figura 60: Fragmento ósseo onde é possível observar estruturas de ornamentação, indicando menor desgaste do mesmo.

6.3. Modelos Tafonômicos

6.3.1. Bacia de Icó

No afloramento da Bacia de Icó (IG – 254) a diversidade faunística é composta apenas pelo gênero *Lepidotes* sp., caracterizando-se como uma assembléia monoespecífica.

É possível observar diferenças entre as fácies em que os organismos foram preservados. Na mais basal, composta por arenito com extra-clastos, ocorre elementos de tamanhos aproximados, dispersos, friáveis e abradidos. Estas características indicam ambiente de alta energia, com provável baixo grau de retrabalhamento.

Já nas fácies de arenito fino, os fósseis possuem melhor preservação, indicando um ambiente menos energético, onde não havia uma correnteza direcionando os bioclastos, resultando no aspecto disperso e polimodal desta tafocenose. Apesar de melhor preservado, algumas escamas não possuem a camada de ganoína, estando preservado apenas a camada óssea, podendo ser um indicativo de exposição sub-aérea, também evidenciado pela ausência de elementos articulados.

6.3.2. Bacia de Lima Campos

- IG – 039

Este é afloramento que possui maior diversidade fóssil, ocorrendo pelo menos quatro táxons distintos. Os fósseis presentes neste afloramento estão inseridos em duas fácies: nos arenitos finos com cruzadas cavalgantes, e no arenito médio com cruzadas festonadas.

Na primeira ocorre a maior parte dos achados fósseis, estando dispostos de maneira concordante, não possuindo uma direção dominante, e podem ser considerados como Fracamente Empacotado. Estas características, aliadas ao estado de preservação, indicam um ambiente menos energético, sem uma corrente dominante, indicando um ambiente de soterramento mais rápido de elementos desarticulados pré-depositados, acumulando-os.

Já na fácies superior, com festonadas, a quantidade de fósseis é reduzida, e estes estão bem mais abradidos, indicando maior período de exposição, bem como transporte hidráulico.

- IG – 150

Com uma diversidade fóssil menor do que apontado para o afloramento anterior, as fácies que possuem os restos ósseos são de arenitos maciços, estando estes elementos dispersos na matriz e possuem seleção com relação ao tamanho, estando relacionados ao ambiente deposicional de *crevasse splay*.

Mais uma vez, estes elementos encontram-se desarticulados e muitos possuem alto grau de fragmentação, indicando que sofreram desgaste por intemperismo, e compactação, evidenciado principalmente no fragmento craniano de crocodilomorfo. Outra evidência de intemperismo é o arredondamento das extremidades de muitos dos elementos coletados neste afloramento.

- IG – 158

Neste ponto é observável a maior concentração de fósseis de todos os afloramentos estudados. Entretanto, devido ao alto grau de fragmentação, só pode ser constatado a presença do gênero *Lepidotes* sp. A assembléia é constituída de elementos de diversos tamanhos, e altamente abradidos, indicando ambiente energéticos, com concentração de bioclastos, assemelhando-se a um *bonebed*.

Unindo as características tafonômicas às sedimentológicas, é possível indicar que o ambiente de deposição poderia corresponder a canais relacionados a eventos de maior magnitude como *crevasse splay*.

6.3.3. Bacia de Malhada Vermelha

Os fósseis provenientes desta Bacia (IG - 087, 162) encontram-se em uma matriz com Cruzadas Festonadas, e são os pacotes sedimentares, cujos fósseis estudados, encontram-se mais dispersos. Uma característica importante destas fácies é maior tamanho dos fósseis coletados, indicando um ambiente mais energético.

Nestes afloramentos foi observado bioclastos dispostos de maneira perpendicular em relação à matriz. Supõe-se que esta diferença da deposição destes bioclastos pode estar relacionada a movimentos oscilatórios que porventura ocorreram. Já em planta, os fósseis estão distribuídos de modo aleatório, não existindo uma direção preferencial.

Como mencionado, no afloramento IG – 087 o estado de preservação é menor do que visto em IG - 162, estando provavelmente relacionado ao tempo de exposição pré-soterramento. Através das características apontadas, aliadas a questões geográficas, acredita-se que estes afloramentos são relacionáveis entre si, correspondendo a um único sistema deposicional.

6.4. Parâmetros Tafonômicos

De modo a integrar as descrições das tafocenoses, e dados e modelos discutidos, neste item serão abordados os parâmetros vistos nas análises tafonômicas deste trabalho.

6.4.1 Morte

Na maioria dos fósseis coletados nas Bacias do Iguatu, não pode ser constatado o estágio ontogenético dos organismos, com exceção dos crocodiloformos. Deste modo, não foi possível desenvolver um gráfico representando a estrutura da população.

As estruturas sedimentológicas e estratigráficas, no entanto, não dão evidências de qual tipo de morte gerou estas assembléias, uma vez que os fósseis de vertebrados estão relacionados a fácies de *crevasse splay*, indicativos de rompimento de dique marginal do paleorio, ocasionando transporte dos vertebrados que já estavam mortos e desarticulados próximo às margens, acarretando nas concentrações encontradas nos afloramentos.

6.4.2. Desarticulação e Transporte

Como pode ser visto no item de descrição das tafocenoses, os fósseis coletados nas Bacias do Iguatu, são desarticulados, e a maioria destes elementos está fragmentado e em um avançado grau de desgaste.

Devido a estas características, além da ausência de materiais mais completos ou com menor grau de fragmentação, supõe-se que os elementos preservados são alóctones, com um período de exposição subaérea amplo, de modo que a necrólise dos tecidos moles foi total, não permitindo a preservação de elementos articulados.

Apesar da existência de fragmentos cranianos e dentes, que compõem o terceiro grupo de Voorhies, estes elementos não apontam para um depósito residual, devido às outras características. Estes elementos podem ter sido depositados anteriormente, e durante um evento de maior magnitude tais bioclastos foram retrabalhados e redepositados, resultando na preservação de elementos cranianos, mas fragmentados e com níveis de abrasão.

6.4.3. Soterramento final

Nos fósseis em estudo, observou-se que o tempo de exposição subaérea foi grande, uma vez que estes restos encontram-se desarticulados e fragmentados. Estas características também estão relacionadas ao processo de acumulação destas tafocenoses: rompimentos dos canais, levando ao transporte de sedimentos e restos de organismos, acarretando em quebra e rolamento dos mesmos, podendo ainda existir eventos de retrabalhamento.

Como mencionado, existem diferenças nas preservações de escamas e fragmentos ósseos. Os materiais com maior desgaste podem estar relacionados a um maior tempo de exposição subaérea, ou eventos com transporte hidráulico antes do soterramento final.

6.4.4. Diagênese

Apesar do já mencionado estado fragmentário dos fósseis coletados nas Bacias do Iguatu, os mesmos encontram-se, na maioria dos casos, sem achatamentos ou distorções. Entretanto, como mencionado anteriormente, é possível observar uma deformação diagenética no fragmento craniano de crocodilomorfo (UFRGS-PV0001K), indicando que sofrera compressão diferenciada das camadas sedimentares. Em menor grau, estas deformações podem ser observadas nas escamas, cujo aspecto da camada de ganoína é quebradiça.

Foi realizado um estudo diagenético preliminar, através de lâminas petrográficas de escamas do tipo *Lepidotes*, provenientes de afloramentos das bacias de Lima Campos (IG – 039) e Icó (IG – 254). Nestas, foi possível identificar a permineralização das mesmas por Óxido de Ferro (Fig. 61). Além disso, foi possível constatar que os fósseis em questão estão bem preservados, não existindo deformações da microestrutura (Fig. 62). Este óxido, aparentemente, apenas coloriu o componente que permineralizou primariamente os elementos fósseis, como sílica ou calcita, não sendo possível identificar-los.

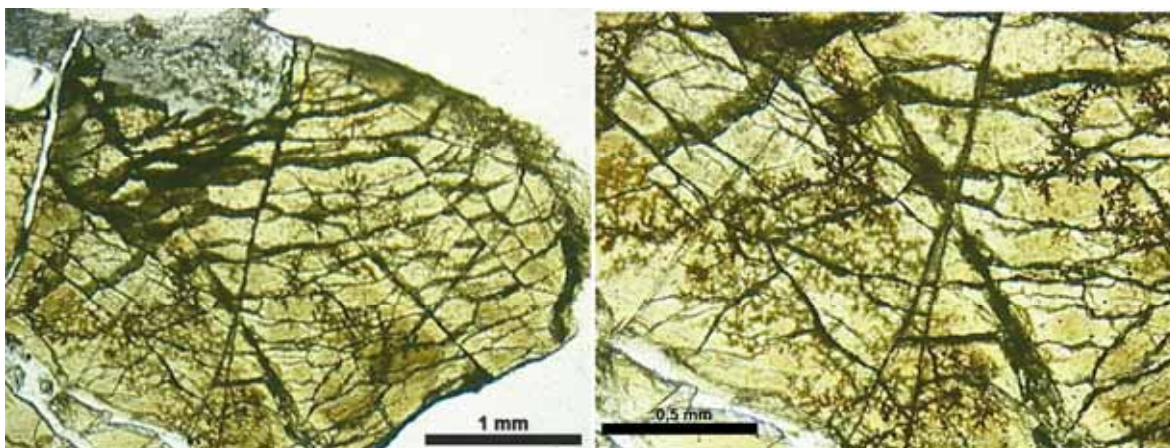


Figura 61: Escamas provenientes da Bacia de Icó (IG – 254), mostrando a percolação por Óxido de Ferro. Aumentos de 2,5x e 5x, da esquerda para a direita, respectivamente.

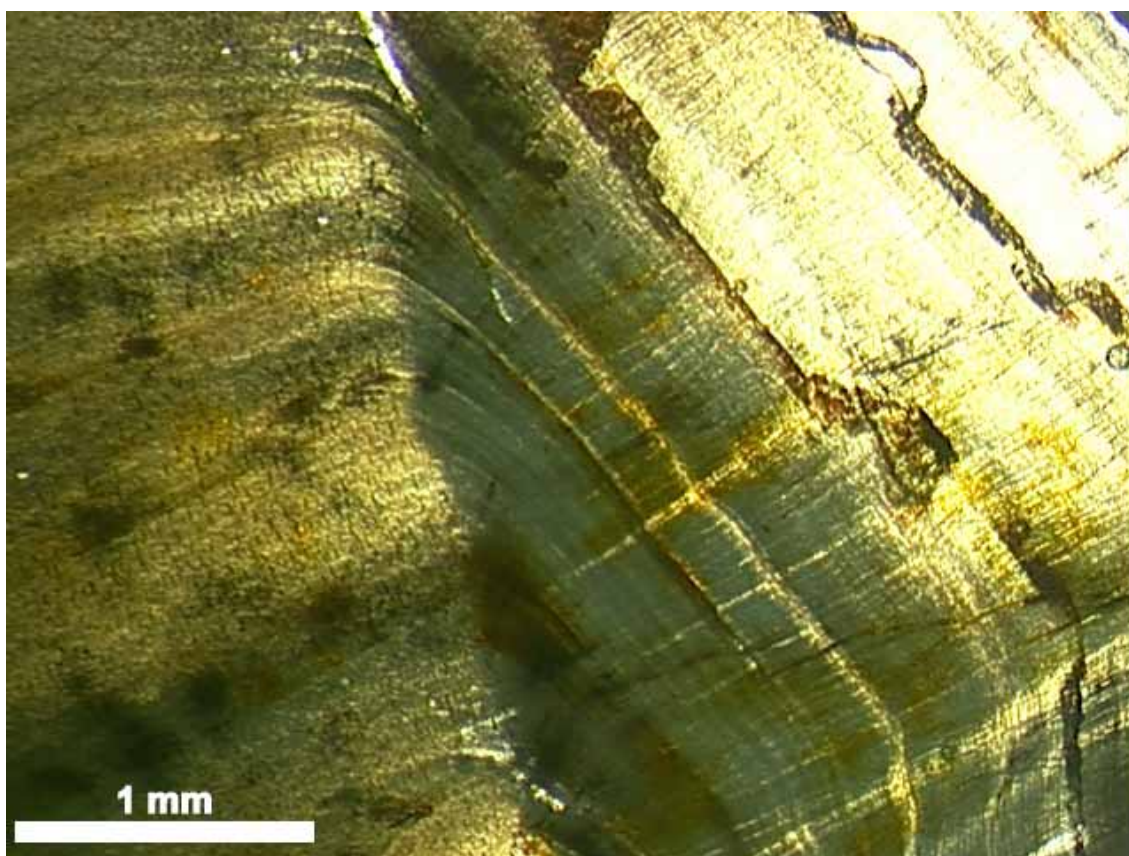


Figura 62: Escama ganóide proveniente da Bacia de Lima Campos (IG – 039), ilustrando a boa preservação da mesma. Aumento de 2,5x.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A paleofauna das Bacias do Iguatu é composta de peixes ósseos, representados pelo gênero *Lepidotes* sp. e a família Mawsonidae, peixes cartilagosos (gênero *Planothybodus* sp.) crocodilomorfos, entre outros fragmentos ósseos não determinados. Por meio da análise litológica e taxonômica, é possível constatar que estes organismos habitariam ambientes continentais como rios e lagos, com um ambiente quente e úmido, com variações sazonais.

Apesar desta fauna ser relativamente variada, possui baixa diversidade, ocasionado pela seleção hidráulica. A constatação de novos táxons de vertebrados é dificultada pelo estado fragmentário dos espécimes fósseis encontrados, que ocorrem como bioclastos, formando concentrações do tipo *bone beds*, que se caracteriza por acumulações mecânicas. Este padrão, observado em todos os materiais coletados, está relacionado à preservação dos mesmos em depósitos relacionados a eventos de rompimento de diques marginais (*crevasse splay*).

Deste modo, as assembléias fossilíferas podem ser consideradas alóctones devido ao estado fragmentário, e em muitos casos, abradidos, dos elementos que as compõem. A distribuição aleatória dos bioclastos é um indicativo que a deposição dos mesmos ocorreu devido aos processos gravitacionais após o rompimento de um dique do rio, e extravasamento de sedimentos e organismos que já estavam mortos e desarticulados nas margens. Posteriormente, a passagem de um canal fluvial, poderia atuar retrabalhando os materiais que foram parcialmente soterrados.

Apesar do estado fragmentário dos fósseis coletados, os mesmos podem ser considerados bem preservados, estando presentes estruturas como os dentes de tubarão onde é possível observar o esmalte, ou a camada de ganoína de algumas escamas. Em outros materiais esta preservação não é possível de ser observada, indicando que os mesmos sofreram maior abrasão, seja por maior período de exposição sub-aérea, ou pelos transportes ocorrentes nos canais.

Por meio das lâminas petrográficas, buscou-se dados a respeito da diagênese destas tafocenoses. Constatou-se a presença de Óxido de Ferro em espécimes coletados em duas bacias: Icó e Lima Campos. Além da semelhança mineralógica, em todas as escamas analisadas é possível observar que o óxido preencheu fraturas pré-existentes, e

em alguns materiais, os canais ósseos que as compõe, não destruindo estruturas microscópicas. O aspecto trincado destas escamas poderia estar relacionado a deformações pós-fossilização, por conta do período de exposição sub-aérea, aliada às variações ambientais.

Além das semelhanças observadas quanto a diagênese dos fósseis, os dados bioestratinômicos apontam para tafocorrelações entre as bacias de Lima Campos e Malhada Vermelha, devido a integração de características tafonômicas, sedimentológicas e composição faunística.

Estas correlações foram possíveis devido a semelhança não apenas litológica dos afloramentos estudados, mas pelos dados bioestratinômicos equivalentes, como, grau de desgaste, disposição dos elementos nas rochas, além de elementos faunísticos em comum, principalmente as escamas indicativas do gênero *Lepidotes* sp.

Estas tafocorrelações, possivelmente, possam ser estendidas à Bacia de Sousa, e outras pequenas bacias interiores, entretanto estas correlações estão no campo teórico, baseadas na literatura, devido às similaridades observadas nos aspectos litológicos, faunísticos e no modo de ocorrência destes vertebrados. Deste modo, se faz necessário buscar dados nestas bacias e integrar aos obtidos para as Bacias do Iguatu.

Todos os fósseis coletados nestas bacias estão associados a ambientes fluviais, a maioria estando relacionado a eventos de grande energia, onde poderia ocorrer o rompimento de um dique marginal, havendo posteriormente o deslocamento de um canal fluvial, acarretando em novos eventos de transporte e acúmulo de elementos ósseos. Assim, os organismos preservados nestes ambientes possuem histórias tafonômicas similares, com altos níveis de transporte de elementos já desarticulados, com conseqüente, fragmentação.

Deste modo, a ausência de ocorrências fossilíferas completas ou articuladas se deve, principalmente, à dinâmica do sistema fluvial na bacia, onde canais instáveis e depósitos de espriamento revolviam os elementos pré-depositados nas planícies, ou deslocavam os elementos desarticulados presentes neste ambientes, fragmentando-os.

8. REFERÊNCIAS

ARAI, M. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. **Boletim do 7º Simpósio do Cretáceo do Brasil**, p. 11, 2006a.

———. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. **Geociências**, v. 25, p. 7-15, 2006b.

ARIMA, N. **Análise estratigráfica da Bacia do Iguatu**. 149f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

ASSINE, M. L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 289-300, 1992.

BARTHEL, K.W. **Fossilien aus Sölnhofen. Ein Blick in die Erdgeschichte**. Ott, Thun. 393 p., 1978.

BEDREGAL, R.P. **Estudo gravimétrico e estrutural da Bacia de Iguatu, CE**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 155p, 1991.

———, CHEMALE JR, F. Evolução estrutural da bacia de Iguatu, Ceará. **Simpósio sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras**, 2, Rio Claro, *Resumos Expandidos*, UNESP, p. 90-92, 1992.

———; SZATMARI, P.; CHEMALE JR, F. Evolução estrutural da Bacia do Iguatu, Ceará. **Congresso Brasileiro de Geologia**, 37, São Paulo, *Boletim de Resumos Expandidos*, SBG, 1, p. 569-570, 1992.

BEHRENSMEYER, A.K. The taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblages of lake Rudolf, Kenya. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, Cambridge, v. 146, p. 437–578, 1975.

——— & BOAZ, D.E.D. The recent bones of Amboseli National Park, Kenya, in relation to east African paleoecology. *In*: BEHRENSMEYER, A.K. & HILL, A. P. (eds). *Fossils in the Making: Vertebrate Taphonomy and Paleoecology*. The University of Chicago Press: Chicago. p. 72 – 93, 1980.

———; KIDWELL, S.M. Taphonomy's contributions to paleobiology. **Palaeobiology**, v. 11, p. 105 -119, 1985.

BENTON, M.J. **Vertebrate Palaeontology, 3rd Edition**. University of Bristol, UK, 455 p., 2005.

———; CLARK, J. M. Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia. *In*: BENTON, M. J. (Ed.). **The phylogeny and classification of the tetrapods, vol. I: amphibians, reptiles, birds**. Clarendon Press, Oxford, p. 295–338, 1988.

BERTINI, R.J.; MARSHALL, L.G.; BRITO, P. Vertebrate faunas from the Adamantina and Marília formations (Upper Bauru Group, late Cretaceous, Brazil) in their stratigraphic and paleobiogeographic context. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen**, v. 188, p. 71–101, 1993.

BERTINI, R.J.; SANTUCCI, R.M.; TOLEDO, C.E.V.; MENEGAZZO, M.C. **Taphonomic/ Biostratigraphic evidences, in an Upper Cretaceous outcrop with turtles, from the Adamantina Formation**. P. 74–75, XVIII Congresso Brasileiro de Paleontologia, Brasília – DF, Boletim de Resumos, 2003.

BERTONI-MACHADO, C. Tafonomia: processos de fossilização e sua relação com a paleoecologia. In: Lílian Timm; Cristina Cademartori. (Org.). **Revista Cadernos La Salle - Métodos de Estudo em Biologia**. 1 ed. Canoas: UniLaSalle, v. 2, p. 65-72, 2004.

BERTONI-MACHADO, C.; HOLZ, M. Biogenic Fossil Concentration in Fluvial Settings: an Example of a Cynodont Taphocoenosis from the Middle Triassic of Southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. 9(3): 273-282, 2006.

BERTONI-MACHADO, C.; **Tafonomia de Paleovertebrados em Sistemas Continentais do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil e do Departamento de San José, Uruguai** 263f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BERTONI-MACHADO, C.; DIAS–DA-SILVA, S.; HOLZ, M.; SCHULTZ, C.L. **Assinaturas tafonômicas de vertebrados da Superseqüência Sanga do Cabral (Triássico Inferior, sul do Brasil): evidências de *time averaging* e suas aplicações em análises bioestratigráficas**. pp. 47; VI Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, Boletim Paleontologia em Destaque, Ed. Especial, Ribeirão Preto, SP, 2008.

BERTONI-MACHADO, C.; KISLOWSKI, F.F. ; SOARES, M.B.; SCHULTZ, C.L.; DENTZIEN-DIAS, P.C. Uma peculiar tafocenose controlada por ação biogênica no Triássico Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 35, n. 1, p. 57-69, 2008.

BEURLIN, K.; MABESOONE, J.M. Bacias cretáceas intracontinentais do nordeste do Brasil. **Notas Geomorfológicas, Campinas**, v. 9, n. 18, p. 19-34, 1969.

BILELO, M. M., 1969. The Fossil Fish Lepidotes in the Paluxy Formation, North-Central Texas. **American Midland Naturalist**, v. 81, n. 2, p. 405-411, 1969.

BRITO, I.M.. As bacias sedimentares do Nordeste do Brasil. **Contribuição Didática** n. 1: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 107p, 1975.

———. História geológica das bacias sedimentares do nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 3, p. 463-474, 1976.

BRITO, P.M.; BERTINI, R.J.; MARTILL, D.M.; SALLES, L.O. Vertebrate fauna from the Missão Velha Formation (Lower Cretaceous NE, Brazil). *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL 3*, Rio Claro, 1996, **Boletim...** UNESP, p.139-140, 1994.

——.; REIS, M.F. Presença de Mawsonia (Actinistia; Coelacanthidae) no Cretáceo Inferior da bacia Iguatu (NE do Brasil) com comentários sobre a distribuição desses celacantídeos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 16, Crato, **Boletim de Resumos**, p. 29-30, 1999.

—— GALLO, V.. A new species of Lepidotes (Neopterygii: Semionotiformes: Semionotidae) from the Santana Formation, Lower Cretaceous of northeastern Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology** v. 23, p. 47-53, 2003.

BROCHU, C. A. Phylogeny, systematics, and historical biogeography of Alligatoroidea. **Society of Vertebrate Paleontology, Memoir**, v. 6, p. 9–100, 1999.

BUSCALIONI, A.D.; PÉREZ-MORENO, B.P.; SANZ, J.L. Pattern of biotic replacement in modern crocodiles during the Late Cretaceous. **Coloquios de Paleontología**, v. 1, p. 77-93, 2003.

CAMPOS, D.A., WENZ, S. Première découverte de Coelacanthes dans le Crétacé inférieur de la Chapada do Araripe (Brésil). **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, Paris, t. 294, série II, p.1151-1154, 1982.

CAMPOS, M. de; BRAGA, A de P.G.; MELLO, A. A.; SOUZA, E.M.; SILVA, F.A F.; FRANÇA, J.B. **Projeto Rio Jaguaribe**. Relatório Final. Recife, DNPM/CPRM, 15, v. il. 1976.

——. 1979. Projeto Rio Jaguaribe. Brasília. MME-DNPM – **Série Geologia** n°. 4. 149 pp.

CAPPETTA, H.; DUFFIN, C. & ZIDEK, J. Chondrichthyes, p. 593 – 609, in: Bento, J.M. (ed.). **The fossil record 2**. Chapman & Hall. The Paleontological Association, 845p, London, 1993.

CARROLL, R. L. **Vertebrate paleontology and evolution**. New York, W.H. Freeman and Company, 698p., 1988.

CARVALHO, I.S. 1993. **Os conchostráceos fósseis das bacias interiores do nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 319p.

——. *Candidodon*: um crocodilo com heterodontia (Notosuchia, Cretáceo Inferior-Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66, n. 3, p. 331-345, 1994.

——. Geological environments of dinosaur footprints in the intracratonic basins of northeast Brazil during the Early Cretaceous opening of the South Atlantic. **Cretaceous Research**, v. 21, p. 255-267. 2000.

———. 2004. Dinosaur Footprints from Northeastern Brazil: Taphonomy and Environmental Setting. **Ichnos**, v. 11, p. 311-321, 2004.

———; CAMPOS, A.C.A.; NOBRE, P.H. *Baurusuchus salgadoensis*, a New Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Cretaceous), Brazil. **Gondwana Research**, v. 8, n. 1, p. 11-30, 2005.

———; RIBEIRO, L.C.B.; AVILLA, L.S. *Uberabasuchus terrificus* sp. nov., a New Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Upper Cretaceous), Brazil. **Gondwana Research**, v. 7, n. 4, p. 975-1002, 2004.

———; VASCONCELLOS, F.M.; TAVARES, S.A.S. *Montealtosuchus arrudacamposi*, a new peirosaurid crocodile (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous Adamantina Formation of Brazil. **Zootaxa**, v. 1607, p. 35-46, 2007.

CARVALHO, M.S.S. O gênero *Mawsonia* na ictiofauna do Cretáceo do estado da Bahia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro v. 54, n. 3, p. 519-539, 1982.

———. **O gênero *Mawsonia* (Sarcopterygii, Actinistia) no Cretáceo das Bacias Sanfranciscana, Tucano, Araripe, Parnaíba e São Luís**. 2002. 208f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

———; MAISEY, J.G. Early Cretaceous fresh water Actinistians from interior of Brazil. **Journal Vertebrate Paleontology**, Abstract of Papers, v. 18, n.3, Soc. Vert. Paleont. p.32, 1998.

———; ———. Ocorrências de peixes Celacantídeos no Cretáceo Inferior da Bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão, Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16, Crato, **Boletim de Resumos, SBP**, p.35, 1999.

CASTRO, M.C. Levantamento geológico da faixa a leste de José de Alencar, Iguatu, CE. **Arquivos de Geologia [UFPE]**, Recife, v. 4, p. 11-32, 1963.

CASTRO D.L & CASTELO BRANCO M.G.. Caracterização da arquitetura interna das bacias do Vale do Cariri (NE do Brasil) com base em modelagem gravimétrica 3-D. **Brazilian Journal of Geophysics**, 17(2,3):129-144, 1999.

CAVALCANTE J.C.; FERREIRA C.A. **Mapa Geológico do Estado do Ceará. Escala 1:500.000**. Fortaleza, Ceará. DNPM/SUDENE/Governo do Estado do Ceará. 1983.

CAVALCANTI, V.M.M.; VIANA, M.S.S. Considerações sobre o Cretáceo da Bacia de Iguatu, nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 93, 1991.

CAVALCANTI, V.M.M.; VIANA, M.S.S. Considerações sobre o Cretáceo da Bacia de Iguatu, nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 1, p. 63-70, 1992.

CAVIN, L.; SUTEETHORN, V. A new semionotiform (Actinopterygii, Neopterygii) from Upper Jurassic-Lower Cretaceous deposits of north-east Thailand, with comments on the relationships of semionotiforms. **Palaeontology** v. 49, p. 339–353, 2006.

—; KHANSUBHA, S.; BUFFETAUT, E.; TONG, H. A new Semionotid (Actinopterygii, Neopterygii) from the Late Jurassic–Early Cretaceous of Thailand. **C. R. Palevol**, v. 2, p. 291-297, 2003.

CITES. **Identification Guide-Crocodylians**. Environment Canada, Ottawa and CITES Secretariat, Geneva. 148p, 1995.

CLARK, J.M; JACOBS, L.L; DOWNS, W.R. Mammal-like dentition in a Mesozoic crocodylian. **Science**, v. 244, pp. 1064-1066. 1989.

CLOUTIER, R. Patterns, trends and rates of evolution within the Actinistia. **Environmental Biology of Fishes**, v. 32, p.23-58, 1991.

—; AHLBERG, P.E. Morphology, characters and the interrelationships of Basal Sarcropterygians. *In*: STIASNY, M.L.;PARENTI, L.R.;JOHNSON, G.D. (Eds.) **Interrelationships of Fishes**, San Diego, Academic Press, p. 445-479, 1996

— & FOREY, P. L. Diversity of extinct and living actinistian fishes (Sarcropterygii). **Environmental Biology of Fishes**, 32, 59–74, 1991.

CRUZ W. B. **Geologia da região oeste de José de Alencar – Iguatu, Estado do Ceará**. 1961. 45f. Monografia (Graduação) – Escola de Geologia, Curso de Geologia, Universidade de Recife, Recife, 1961.

—. Geologia da faixa oeste de José de Alencar, município de Iguatu, Ceará. Universidade de Recife, **Arquivos Geológicos**, v. 4, p. 11-32. 1962.

—; FRANÇA, H. M. de. **Inventário hidrogeológico básico do Nordeste, folha n° 14 – Jaguaribe – SO**. Recife. SUDENE. Div. Documentação, 222p. (Brasil, SUDENE. Hidrogeologia, 31). 1970.

CUNHA, L.S. **Tafonomia da Paleoictiofauna da Formação Maria Farinha, Bacia da Paraíba, Nordeste do Brasil**. 2007. 53f. Monografia (Graduação), Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal Fluminense, 2007.

DA ROSA, A.A.S.; GARCIA, A.J.V. Palaeobiogeographic aspects of northeast Brazilian basins during the Berriasian before the break up of Gondwana. **Cretaceous Research**, v. 21, 221-239, 2000.

DENTZIEN-DIAS, P.C.; SCHULTZ, C.L.; BERTONI-MACHADO, C. Taphonomy and paleoecology inferences of vertebrate ichnofossils from Guará Formation (Upper Jurassic), southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 25, p. 196-202, 2008.

DOOD, J.R.; STANTON, R.J. **Paleoecology, Concepts and Applications**. Wiley-Interscience Publication, New York, 1981, 559p.

DUTRA, M.F.A. 2000. **Peixes do Albiano-Cenomaniano de Camadas do Itapecuru, estado do Maranhão, Brasil**. 70p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

DUTRA, M.F.A.; MALABARBA, M.C.S.L. 2001. Peixes do Albiano-Cenomaniano do Grupo Itapecuru no estado do Maranhão, Brasil. *In*: ROSSETTI, D.F.; GÓES, A M.; TRUCKENBRODT, W. (Coord.) **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 264 p. (Coleção Friedrich Katzer) p.191- 208, 6 figs.

EFREMOV, J.A. Taphonomy: new branch of paleontology. **Pan. Am. Geol.**, 74: 81 – 93, 1940.

——, Some considerations on biological cases of paleozoology. **Vertebrata Palasiatica**, v.2, p.83 – 96, 1958

FERNANDES, M.A.; CARVALHO, I.S. **Aspectos tafonômicos de pistas de tetrápodes do deserto Gondwânico Botucatu (Jurássico Superior – Cretáceo Inferior), Brasil** Boletim de Resumos, II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, Rio de Janeiro, 2005, p. 106 – 107.

FERREIRA, E.M.D. **Estudo faciológico da Formação Quixoá (Grupo Iguatu, CE)**. 1979, 133f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1979.

——. Estudo faciológico da Formação Quixoá (Grupo Iguatu, CE). **Publicação Especial do Departamento de Geologia da UFPE**, Recife, v. 3, p. 92-93, 1998.

FERREIRA, C.A.; SANTOS, E.J. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Jaguaribe SE. Folha SB.24-Z: estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. Escala 1:500.000. Geologia e Metalogênese. Recife, 2000. 1 CD-ROM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.

FERREIRA, C.S; VICALVI, M.A.; CARVALHO, I.S. **A Tafocenose de Ilha Guarapirá (Bacia de São Luís, Formação Itapecuru, Cretáceo Superior)**. Anais da Academia Brasileira de Ciências 67 (3), p. 381 – 383, 1995.

FIELDING, S.; MARTILL, D.M. & NAISH, D. 2005. Solnhofen- style soft-tissue preservation in a new species of turtle from the Crato Formation (Early Cretaceous, Aptian) of North- east Brazil. **Palaeontology**, v. 48, p. 1301-1310, 2005.

FIGUEIREDO, A.E.Q. ; FORTIER, D.C.; SCHULTZ, C.L.. Indicação da presença de crocodilomorfos aquáticos na Bacia de Lima Campos através de um osteodermo.. *In*: III Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados, 2008, Neuquén. **Libro de Resúmenes**, p. 94-94, 2008.

—; NASCIMENTO, E.R. Análises Preliminares dos aspectos tafonômicos da fauna de vertebrados da Formação Rio Madeira, Rondônia, Brasil. In: III Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados, 2008, Neuquén. **Libro de Resúmenes**, 2008, p. 92-92.

—; BERTONI-MACHADO, C. Icnofósseis de invertebrados das Bacias do Iguatu: novos registros para o Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. In: 44 Congresso Brasileiro de Geologia, 2008, Curitiba. **Anais do 44CBG**, 2008, v. 1, p. 817-817.

FILHO SILVA, W.F. **Mapeamento Geológico da Porção SW da Bacia de Lima Campos (Icó – CE) e Embasamento Pré-Cristalino Adjacente**. 1992. 167f. Relatório de Graduação, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1992.

FORTIER, D. C. **Novos Registros Fósseis das Bacias do Iguatu, Eocretáceo, Estado do Ceará**. 116f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

—.; DENTZIEN-DIAS, P.C.; SCHULTZ, C.L. Primeiro registro de pegadas de dinossauros para a Bacia do Iguatu, Estado do Ceará, Brasil. In: PALEO RS, 2006, São Leopoldo. **Boletim Paleontologia em Destaque**, 2006. v. 57. p. 32-33.

—; FIGUEIREDO, A.E.Q.; SCHULTZ, C.L. Primeiro registro inequívoco de Semionotidae (Neopterygii, Senionotiformes) para a Bacia de Icó (Eocretáceo), centro-oeste do Estado do Ceará, p. 98, VI Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, **Boletim Paleontologia em Destaque**, Ed. Especial, Ribeirão Preto, SP, 2008

—; SCHULTZ, C. L. Paleontologia das Bacias do Iguatu, Centro-oeste do Estado do Ceará. In: I SEMANA ACADÊMICA DOS ALUNOS DE PÓSGRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, 2006. Porto Alegre, **Livro de Resumos Expandidos da I Semana Acadêmica dos Alunos de Pós-Graduação em Geociências**. Porto Alegre, 2006a, p. 47 - 50.

—; —. Novos registros fósseis das Bacias do Iguatu, Centro-oeste do Estado. In: I SEMANA ACADÊMICA DOS ALUNOS DE PÓSGRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, 2006. Porto Alegre, **Livro de Resumos Expandidos da I Semana Acadêmica dos Alunos de Pós-Graduação em Geociências**. Porto Alegre, 2006b, p. 51-54.

—; —. O mais antigo registro de Crocodyliformes para o Brasil (Bacia de Lima Campos, Centro-Oeste do Estado do Ceará). In: PALEO RS, 2006. São Leopoldo, **Boletim Paleontologia em Destaque**. São Leopoldo: SBP, 2006. v. 57. p. 46.

—; —. Considerações sobre um novo crocodiliano susisuquídeo com característica eusuquianas, do Neocomiano da bacia de Lima Campos, Nordeste do Brasil. In: XX

Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2007. Búzios, **Anais de Resumos do XX Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007. p. 78-78.

—; —. A new neosuchian crocodylomorph (Crocodyliformes, Mesoeucrocodylia) from the Early Cretaceous of north-east Brazil. **Palaeontology**, 2009, no prelo.

FREIRE, C.; FRICKHORN, H.; SANTIAGO, M.M.F.; TORQUATO, J.R.F. Algumas características isotópicas e químicas dos aquíferos superficiais e profundos da região de Iguatu, CE. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 253-262, 1983.

— COUTO E.A do; ASSINE L.A. Estratigrafia e estrutura das bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. In: SBG, XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, GOIÂNIA. **Anais**, v. 1, p. 271-282, 1986.

FRICKHINGER, K.A., **Fossil Atlas Fishes**, Natural History and Pet Books, 1088p, London, 1995.

GALLO, V.; CAVALCANTI, M. J.; TINTORI, A. Using geometric morphometrics to study

ontogenetic shape changes in *Paralepidotus ornatus* (AGASSIZ 1833-43) (Actinopterygii: Semionotidae). **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p. 117-120, 2002.

—. Redescription of *Lepidotes piauhyensis* Roxo and Löfgren, 1936 (Neopterygii, Semionotiformes, Semionotidae) from the ?Late Jurassic-Early Cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 25(4), p. 757-769, 2005.

— BRITO. P. M.. An overview of Brazilian semionotids, In: Arratia G.; Tintori A. (Eds.), **Mesozoic Fishes3. Systematics, Paleoenvironments and Biodiversity**. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 253–264, 2004.

GAYET, M.; MEUNIER, F.J. Apport de l'étude de l'ornementation microscopique de la ganoïne dans la détermination de l'appartenance générique et/ou spécifique d'écaillés isolées chez les actinoptérygiens. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris**, v. 303, série 2, p. 1259-1262, 1986.

GHIGNONE, J.I. Ensaio da paleogeologia do Nordeste a as seqüências sedimentares. In: SGB, XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, BELÉM, PARÁ. **Anais**, vol. 3. p.21-28. 1972.

GHIGNONE J.I.; COUTO E.A do; ASSINE L.A. 1986. Estratigrafia e estrutura das bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. In: SBG, XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, GOIÂNIA. **Anais**, v1, p271-282.

GOMES, J.R.C.; VASCONCELOS, A.M. **Jaguaribe SW. Folha SB.24-Y: estados do Ceará, Pernambuco e Piauí**. Escala 1:500.000. Geologia e Metalogênese. Brasília: CPRM, 2000. 1 CD-ROM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.

HEIMHOFER, U; MARTILL D.M. The sedimentology and depositional environment of the Crato Formation. *In*: MARTILL, D.M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R.F. (Eds). **The Crato Fossil Bone Bed – Window into an ancient world**. Cambridge University Press, 2008, pp. 44 – 62.

HENRIQUES, M.H.P.; REIS, R.P.B.P.; FERNANDES, A.C.A.S; SRIVASTAVA, N.K.; CARVALHO, I.S. Caracterização Tafonômicas das associações registradas de *Dastilbe* sp. do Membro Crato (Formação Santana; Bacia do Araripe – NE do Brasil; Cretácico). **Actas** do V Congresso Nacional de Geologia (Resumos alargados) Tomo 84, Fascículo 1, Lisboa 1998, A201-A204.

HESSEL, M.H.; TOMÉ, M.E.; MOURA, C.R. Ostracodes mesozóicos das bacias do interior nordestino: estado da arte. Simpósio do Cretáceo do Brasil, 7, São Pedro, **Boletim**, p. 66, 2006a.

HESSEL, M.H.; TOMÉ, M.E.; MOURA, C.R. Ostracodes mesozóicos das bacias do interior nordestino: estado da arte. **Revista de Geologia**, v. 19, b. 2, p. 187-206, 2006b.

HOLZ, M. **Tafonomia da Seqüência Triássica do Rio Grande do Sul: Morte, Transporte, Soterramento e Diagênese da Paleoherpetofauna**. 181f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

HOLZ, M.; BARBERENA, M.C. A importância da tafonomia para o estudo de vertebrados fósseis. **Acta Geológica Leopoldensia**, v. 29, p. 77 – 92, 1989.

HOLZ, M.; BARBERENA, M.C. Taphonomy of south brazilian Triassic paleoherpetofauna: pattern of death, transport and burial. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 107 p. 179 – 197, 1994.

HOLZ, M.; SOUTO-RIBEIRO, A. Taphonomy of the south Brazilian Triassic vertebrates. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 3, p. 491- 494, 2000.

HOLZ, M.; SOARES, M.B.; SOUTO-RIBEIRO, A. Tafonomia de vertebrados: decifrando a gênese das ocorrências fossilíferas permianas e triássicas no Rio Grande do Sul. *In*: HOLZ, M.; DE ROS, L.F. (Org.). **Palontologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000, p. 44-88.

HOLZ, M.; SCHULTZ, C.L. Taphonomy of the Brazilian Triassic paleoherpetofauna: fossilization mode and implications for morphological studies. **Lethaia**, v. 31, p. 335 – 345, 1998.

HOLZ, M.; MEDEIROS, M.A; SCHULTZ, C.L. Tafocenoses de vertebrados formando resíduos transgressivos – o exemplo do sítio fossilífero “Lage do Coringa” do Neo-Cretáceo da Bacia de São Luís no norte de Brasil. *In*: XVII Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio Branco – AC, **Boletim de Resumos**. p. 36, 2001

HOLZ, M.; SIMÕES, M.G. **Elementos Fundamentais de Tafonomia**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2002, 231p.

HORN, B.L.D.; Schultz, C.L. ; Soares, M.B. Padrão Diagenético dos Tetrápodes Fósseis da Formação Caturrita (Triássico Superior, Cenozona de Mammalimorpha), Rio Grande do Sul. In: XIX Salão de Iniciação Científica UFRGS, 2007, Porto Alegre. XIX Salão de Iniciação Científica XVI Feira de Iniciação Científica - **Livro de resumos**, 2007.

HUBBELL, G. 1996: Using tooth structure to determine the evolutionary history of the white shark. In: A.P. Klimley & D.G. Ainley, (eds.): **Great White Sharks: the Biology of Carcharodon carcharias**, Academic Press, San Diego, p. 9-18.

JÖRG, E. Eine Fischfauna aus dem Oberen Buntsandstein (Unter-Trias) von Karlsruhedurlach (Nordbaden). **Beitrag zur naturkundlichen Forschung in Sudwestdeutschland**, v. 28, p. 87-102, 1969.

KELLNER; A.W.A. Remarks On Pterosaur Taphonomy And Paleocology. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 39, n. 1, p. 175-189, 1994.

———. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe.. In: Schobbenhaus, C., Campos, D. A. C., Queiroz, E. T., Winge, M. & Berbert-Bron, M. (Org.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. 1 ed. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2002, p. 121-130.

———. **Pterossauros - os senhores do céu do Brasil**. Rio de Janeiro: Vieira&Lent, 2006, 176p.

KLEIN, C; LEIPNITZ, I.I.; SIMÕES, M.G.; NOWATZKI, C.H. Concentração fossilífera de pelecípodes da Formação Teresina (Permiano Superior), Bacia do Paraná, na região de Tiaraju, RS, Brasil. 15º Congresso Brasileiro de Paleontologia, São Pedro. **Boletim de Resumos**, p. 69, 1997.

LECUONA, A.; POL, D. Tooth morphology of *Notosuchus terrestris* (Notosuchia: Mesoeucrocodylia): New evidence and implications. **C. R. Palevol**, v. 7, n. 7, 0. 407-417, 2008.

LEONARDI, G.; Inventory and Statistics of the South American Dinosaurian Ichnofauna and its Paleobiological Interpretation. In: GILLETTE, D.D.; LOCKLEY, M.G. (Eds.). **Dinosaur Tracks and Traces**. Cambridge University Press, New York, 1989, p. 165-178.

———; MUNIZ, G.C.B. Observações icnológicas (invertebrados e dinossauros) no Cretáceo continental do Ceará (Brasil), com menção a moluscos fósseis dulçaquícolas [sic!]. Congresso Brasileiro de Paleontologia, 9, Fortaleza, **Resumo das Comunicações**, SBP, 1985, p. 45.

———; SPEZZAMONTE, M. New tracksites (Dinosauria: Theropoda and Ornithopoda) from the Lower Cretaceous of the Ceará, Brazil. **Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica**, n. 69, p. 61-70, 1994.

LEMOS, J. C. Prospecção de urânio nas bacias de Iguatu e Frade (CE). Congresso Brasileiro de Geologia, 27, Aracaju, **Anais, SBG**, 1973, p. 119-127.

LIMA, M.R. Paleoclimatic reconstruction of the Brazilian Cretaceous base on palynological data. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 223-228. 1983.

———. Estudo palinológico de sedimentos da Bacia de Icó, Cretáceo do Estado do Ceará, Brasil. **Boletim do Instituto de Geociências [USP]**, São Paulo, v. 21, p. 35-43, 1990.

MABESOONE, J.M.; CAMPANHA, V.A. Caracterização estratigráfica dos grupos Rio do Peixe e Iguatu. **Estudos Sedimentológicos [UFRN]**, Natal, v. 3/4, p. 22-41. 1973/1974.

——— VIANA, M.S.S.; LIMA FILHO, M. História das bacias sedimentares na provincial Borborema (Nordeste do Brasil) durante o Neomesozóico antes da separação final da América do Sul da África. 3: Paleogeografia. *Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 5, Serra Negra, **Boletim**, UNESP, p. 621-626, 1999.

LOPES, R.P.; BUCHMANN, F.S.C.; CARON, F.; ITUSARRY, M.E. Tafonomia dos fósseis de Vertebrados (Megafauna Extinta) encontrados nas barrancas do Arroio Chuí e linha de costa, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 28, n.2, p. 67-73, 2001.

MABESOONE J.M.; CAMPANHA V. A. 1973/1974. Caracterização estratigráfica dos grupos Rio do Peixe e Iguatu. **Estudos Sedimentológicos**, 3/4: 22-41.

———;VIANA, M.S.S.; LIMA FILHO, M. História das bacias sedimentares na provincial Borborema (Nordeste do Brasil) durante o Neomesozóico antes da separação final da América do Sul da África. 3: Paleogeografia. *Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 5, Serra Negra, **Boletim**, UNESP, p. 621-626, 1999.

MAFFIZZONI, A.F. 2000. **Paleoictiofauna da Formação Coqueiro Seco, Aptiano Inferior do estado de Alagoas, Nordeste do Brasil**. 149 p. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MAISEY, J. The anatomy and interrelationships of Mesozoic hybodont sharks. **Amer. Mus. Novitates**, n. 2724, p. 1-48, 1982.

MAISEY, J. G. Coelacanth from the Lower Cretaceous of Brazil. **Amer. Mus. Novitates**, 2866, 1-30, 1986.

MAISEY, J.G (Ed.). **Santana fossils: an illustrated Atlas**. T.F.H. Publishers, 1991, p. 459p.

MALABARBA, M.C.; ABDALA, F; WEISS, F.E. & PEREZ, P.A. New data on the Late Permian vertebrate fauna of Posto Queimado, Rio do Rasto Formation, southern Brazil, **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 6, p. 49-54, 2003.

MARTILL, D.M. 1988. Preservation of Fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. **Paleontology**, v. 31, n. 1, p. 1-18.

MARTILL, D.M.; BECHLY, G. Introduction to the Crato Formation. In: MARTILL, D.M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R.F. (Eds). **The Crato Fossil Bone Bed – Window into an ancient world**. Cambridge University Press, 2008, p. 3 – 7.

MARTINELLI, G. **Concentrações Biogênicas em Sistemas Fluviais, Fácies Planície de Inundação: “Sítio Linha da Várzea”, um estudo de caso para o Triássico Sul-Brasileiro**. 90f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MATOS, R.M.D. Sistema de rifts cretáceos do nordeste brasileiro. In: SEMINÁRIO DE TECTÔNICA DA PETROBRAS, 1, 1987. Rio de Janeiro, **Anais...**, Rio de Janeiro: Petrobras, 1987. p. 126-159,

MCCUNE, A. R. A revision of Semionotus (Pisces: Semionotidae) from the Triassic and Jurassic of Europe. **Paleontology**, v. 29, n. 20, p. 213-233, 1986.

———. Biogeographic and Stratigraphic Evidence for Rapid Speciation in Semionotid Fishes. **Paleobiology**, v. 22, n. 1, p. 34-48, 1996.

MEDEIROS, M.A . 2001. **A Laje do Coringa (Ilha do Cajual, bacia de São Luís, Baía de São Marcos, MA): Conteúdo fossilífero, bioestratonomia, diagênese e implicações na paleobiogeografia do Mesocretáceo do nordeste brasileiro**. Porto Alegre, 107 p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MEDEIROS, M.A.; SCHULTZ, C.L. Uma paleocomunidade de vertebrados do Cretáceo Médio, Bacia de São Luís. In: Rossetti, D.F.; Góes, A M.;Truckenbrodt, W. (Coord.) **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Museu Paraense Emílio Goeldi, (Coleção Friedrich Katzer). p. 209-221, 2001.

———; ———; BOLZON, R.T. Paleoambiente e Paleoclima do Eocenomaniano do Norte do Maranhão e aspectos da bioestratonomia e diagênese da Laje do Coringa, Ilha do Cajual (Formação Alcântara, Grupo Itapecuru). XVII Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio Branco – AC, **Boletim de Resumos**, p. 59, 2001.

MELO P.G. **Geologia da Faixa de Igarói, Icó, Ceará**. Universidade Recife/Escola de Geologia (Relatório de Graduação), 31p. 1964.

———. Geologia da Faixa de Igarói, Ceará. Universidade Recife, **Arquivos Geológicos**, v. 5, p.57-80, 1964.

MENDES, J. C. **Paleontologia básica**. São Paulo: T. A. Queiroz, Ed. da Universidade de São Paulo, 1988.

MORAES, L.J. de. Serras e montanhas do Nordeste. **Inspeção de Obras contra Secas**, 2 (Série I.D. Publ., 58), Rio de Janeiro, 1924.

MORI, A.L.O. **Tafonomia em sistemas fluviais: um estudo de caso na formação Santa Maria, Triássico do RS**. 126f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MUSSA, D.; BABINSKI, M.E.C.B.O.; DINO, R.; ARAI, M. A presença do gênero *Pseudofrenelopsis* Nathorst na bacia mesozóica Lima Campos, Estado do Ceará, Brasil. Congresso Brasileiro de Paleontologia, 12, São Paulo, **Boletim de Resumos**, SBP, p. 115, 1991.

— DINO, R.; ARAI, M. Contribuição à paleobotânica da Bacia de Lima Campos: nota preliminar. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 4, p. 479, 1989.

NASCIMENTO, M.C; MOURA, C.R.; BARBOSA, J.A. **Tafonomia da Ictiofauna da Formação Maceió em Morros de Camaragibe, Bacia de Alagoas**. P. 188, Boletim de Resumos, II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, Rio de Janeiro, 2005

OLIVEIRA, E.P. de. **História da pesquisa de petróleo no Brasil**. Serviço de Publicidade Agrícola. Ministério de Agricultura. Rio de Janeiro. 1940, 208p.

OLIVEIRA, G.R. Aspectos Tafonômicos de Testudines da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 83-93, 2007.

PEREZ, M. A. & MALABARBA, M.C.S.L. A Triassic freshwater fish fauna from the Paraná Basin, in southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 4, p. 27-33, 2002.

PETRI, S. Mesozóico não marinho do Brasil e seus problemas. Simpósio de Geologia Regional, 1, São Paulo, **Atas**, SBG, 29-47, 1977.

—. Brazilian Cretaceous paleoclimates: evidence from clay-minerals, sedimentary structures and palynomorphs. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 13, n. 4, p. 215-222, 1983.

PINHEIRO, F.L.; TOMME, M.P.A.V.; FIGUEIREDO, A.E.Q.; FORTIER, D.C.; PORTO, V.B. A possible new hybodont shark from the Iguatu group, Ceará, Northeast Brazil. In: XX Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2007, Búzios. **Anais de Resumos do XX Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 22, 2007.

—; FIGUEIREDO, A. E. Q.; FORTIER, D. C. ; Schultz, C. L. . Tubarões no Sertão: a Ocorrência do Gênero *Planohybodus* (Chondrichthyes, Hybodontidae) na Bacia de Lima Campos, Ceará, Nordeste do Brasil. In: VI Reunião da Sociedade Brasileira para o

Estudo de Elasmobrânquios, Fortaleza - CE. **Livro de Programação e Resumos**. p. 33-33, 2008

PIRAS, P.; DELFINO, M.; DEL FAVERO, L.; KOTSAKIS, T. Phylogenetic position of the crocodylian *Megadontosuchus arduini* and tomistomine palaeobiogeography. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 52, n. 2, p. 315–328, 2008.

PIRES-DOMINGUES, R.A.; CARVALHO, A.B; HUSSAN, Z; RICCOMINI, C. Eventos recorrentes de inundações e o registro fóssilífero neocretáceo da região de General Salgado, SP (Formação Adamantina, Bacia Bauru). **Boletim de Resumos**, II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, Rio de Janeiro, p. 204, 2005.

PIRES-DOMINGUES, R.A.; ANELLI, L.E. Análise quantitativa da Tafonomia de Vertebrados. V Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, Revista Ciência e Tecnologia, Ed. Especial, Santa Maria – RS. **Livro de Resumos**, p. 29, 2006.

—; NASCIMENTO, P.M.; SIMÕES, M.G.; RICCOMINI, C.; ZAHER, H. **Implicações dos dados geológicos, fóssilíferos e tafonômicos nas reconstruções da fauna de vertebrados da Bacia do Bauru: uma abordagem integrada**. Paleontologia: Cenários de Vida, vol. 2, Ed. Interciência, Rio de Janeiro, p. 273 – 284, 2007.

PIVETEAU, J. Les poissons du Trias inférieur: contribution à l'étude des actinoptérygiens. **Annales de Paléontologie**, v. 23, p. 83-178, 1934.

PONTE, F.C. Origem e evolução das pequenas bacias cretácicas do interior do nordeste do Brasil. Simpósio sobre as Bacias Cretáceas Brasileiras, 2, Rio Claro, **Resumos Expandidos**, UNESP, p. 55-58, 1992.

—. Sistemas deposicionais nas bacias sedimentares do Iguatu, Estado do Ceará. Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 3, Rio Claro, **Boletim...**, UNESP, p. 141-146, 1994.

— DINO, R.; ARAI, M. ; SILVA-TELLES JR, A. C.. Geologia das Bacias Sedimentares do Iguatú, no Estado do Ceará. **PETROBRÁS-CENPESDIVEXSEBIPE** (Relatório interno), 27 f, 1990.

POUGH, F. H., JANIS, C. M. & HEISER, J. B. **A Vida dos Vertebrados**. 3ª ed. Atheneu Editora, São Paulo. 699 pp, 2003.

PRETA, R.; GALLO, V. **Tafonomia da ictiofauna da Formação Pastos Bons, Jurássico da Bacia do Parnaíba**. In: Paleo 2005 - Academia Brasileira de Ciências, 2006, Rio de Janeiro. Paleontologia Em Destaque. Porto Alegre, p. 34-35, 2006.

PIRAS, P.; DELFINO, M.; DEL FAVERO, L.; KOTSAKIS, T. Phylogenetic position of the crocodylian *Megadontosuchus arduini* and tomistomine palaeobiogeography. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 52, n. 2, p. 315–328, 2008.

PRICE, L. I. A new reptile from the Cretaceous of Brazil. **Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos**, v. 25, p. 1-8, 1945.

RAGONHA, E.W.; SILVA SANTOS, R. Nova classificação de *Dentalium florencei* Moraes Rego, 1936 (Mollusca, Scaphopoda) para *Hybodus* (Chondrichthyes, Elasmobranchii), pp. 1-6. In: **Anais** do 10 Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio de Janeiro, 1987.

REICHEL, M. & SCHULTZ, C.L. & PEREIRA, V.P. Diagenetic pattern of the vertebrate fossils from the Traversodontid Biozone, Santa Maria Formation (middle Triassic of Rio Grande do Sul, southern Brazil). **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 8, n.3, p.173 – 180, 2005.

REES, J. Interrelationships of Mesozoic hybodont sharks as indicated by dental morphology – preliminary results. **Acta Geologica Polonica**, v. 58, n. 2, p. 217-221, 2008

RICHTER, M.; VIANA, M.S.S.; MALABARBA, M.C.S.L. Agnatos e Peixes, p. 733 – 762, in: Carvalho, I. S. (ed.), **Paleontologia**. Interciência, 861p, Rio de Janeiro, 2004.

ROHN, R.; CAVALHEIRO, M.C.T. Conchostráceos cretácicos da Bacia de Tucano (Bahia) e avaliação do potencial cronoestratigráfico destes crustáceos no Mesozóico do Brasil. Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 4, São Pedro, **Boletim**, UNESP, p. 157-167, 1996.

SALISBURY, S.W.; FREY, E.; MARTILL, D.M.; AND BUCHY, M.C. A new crocodylian from the Lower Cretaceous Crato Formation of north-eastern Brazil. **Palaeontographica Abteilung A**, v. 270, p. 3-47, 2003.

SANTOS, M.F.C.F; BERGQVIST, L.P.; FILHO, F.P.L.; PEREIRA, M.M.V. **Feições tafonômicas observadas em fósseis pleistocênicos do Rio Grande do Norte**, Revista de Geologia, UFC, Fortaleza – CE, vol.15: 31 – 41, 2002

SCHERER, C.M.S; SOUZA-FILHO, J.P. Tafonomia dos vertebrados fósseis da Formação Solimões: uma discussão inicial. In: 15º Congresso Brasileiro de Paleontologia, São Pedro, SP, **Boletim de Resumos**, 1997, p. 167.

SCHULTZE. H.P. 1993. Osteichthys: Sarcopterygii In: BENTON, M.J. (Ed.) **The Fossil Record** 2, Chapman & Hall, London, p.657-663.

SILVA, F.V.N; ASSIS, C.M.; THIAGO, C.M.; SENRA, M.C.E. Aspectos paleoecológicos e tafonômicos da Formação Brejo Santo (Cretáceo Inferior, Neocomiano) da Bacia do Araripe, Brasil. In: V Congresso de Ecologia do Brasil, Porto Alegre, **Livro de Resumos**, 2001.

SILVA, J.L.L. Tafonomia em Mamíferos Pleistocênicos: caso da Planície Colúvio-Aluvionar de Maravilha (AL). In: XIX Congresso Brasileiro de Paleontologia, Aracaju – SE. **CD de resumos**, 2005.

SIMÕES, M.G & HOLZ, M. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. *In*: CARVALHO, I.S. (ed). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 628p, , 2000.

SOARES, M.B. **Mesossaurídeos da Formação Irati, Bacia do Paraná: Implicações Tafonômicas**. 203f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

SOARES, M.B. **A taphonomic model for the Mesosauridae assemblage of the Irati Formation (Paraná Basin, Brazil)**. *Geologica Acta*, Vol. 1, n° 4, 2003, 349 – 361, 2003.

SOARES, M.B; PEREIRA, V.P.; ARAÚJO – BARBERENA, D. C. Influência Diagenética na estrutura mineralógica de mesossaurídeos (Proganosauria) da Formação Irati, Bacia do Paraná, Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. XXI, n. 46/47, p. 109 - 117, 1998.

SMALL, H.L. **Geologia e Suprimento d' água subterrânea no Ceará e parte do Piauí**. (2ª ed). Rio de Janeiro, Ministério da Viação e Obras Públicas. Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas. 81p, 1913.

SRIVASTAVA, N.K. Aspectos geológicos e sedimentológicos das bacias de Iguatu, Lima Campos e Malhada Vermelha (Ceará). Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, 1, Crato, **Atas**, URCA, p. 209-222, 1990.

SUDENE/ASMIC. Estudo geral de base do vale do Jaguaribe.vol. 7. Recife. SUDENE, **Série Hidrogeologia**. 245p. 1967.

TINOCO, I.M., MABESOONE, J.M., Observações paleocológicas sobre as bacias mesozóicas de Iguatu, Rio do Peixe e intermediárias. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7, 1975. Fortaleza, **Atas**. Fortaleza, p. 95-107, 1975.

THIES, D. *Lepidotes gloriae*, sp. nov. (Actinopterygii: Semionotiformes) from the Late Jurassic of Cuba. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 9, p. 18–40, 1989.

TURNER, A.H.; BUCKLEY, G.A. *Mahajangasuchus insignis* (Crocodyliformes: Mesoeucrocodylia) cranial anatomy and new data on the origin of the Eusuchian-style palate. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 28, n. 2, p. 382-408, 2008.

VASCONCELOS, A.M.; GOMES, F.E.M.; PAIVA, I.O. Geologia da região centro-sul do Ceará: folha Iguatu. Simpósio de Geologia do Nordeste, 15, Natal, **Atas**, SBG, p. 247-249, 1993.

———; ———. **Iguatu. Folha SB.24-Y-B: estado do Ceará**. Brasília: CPRM. 1 CDROM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, 1998.

VASCONCELOS, F. M; CARVALHO, I.S. Estágios de desenvolvimento de *Mariliasuchus amarali*, Crocodyliformes Mesoeucrocodylia da Formação Adamantina, Cretáceo Superior da Bacia Bauru, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 1, p. 49-69, 2005.

VASCONCELOS, F. M.; CARVALHO, I.S. Condicionante etológico na Tafonomia de *Uberabasuchus terrificus* (Crocodyliformes, Peirosauridae) da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). **Geociências**, v. 25, n. 2, p. 225 – 230, 2006.

VIANA, M. S. S.; LIMA FILHO, M.F.; CARVALHO, I.S. 1993. Borborema megatracksite: uma base para correlação dos arenitos inferiores das bacias interiores do Nordeste do Brasil. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 15, SBG/Núcleo Nordeste. **Boletim**, 13, 23-25.

—; RICHTER, M. Preservation of Biomineralized tissues of fishes from the Santana Formation (Lower Cretaceous of the Araripe Basin, NE – Brazil). **Acta Geologica Leopoldensia**, v. XXI, n. 46/47, p. 91 -100, 1998.

—; MABESOONE, J. M.; LIMA FILHO, M. História das bacias sedimentares na provincial Borborema (Nordeste do Brasil) durante o Neomesozóico antes da separação final da América do Sul da África. 2: Conteúdo Fossilífero. *Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 5, Serra Negra, **Boletim**, UNESP, p. 621-626, 1999.

—; FERIGOLO, J.; RIBEIRO, A.M; GOIN, F; SILVA, M.C; AGOSTINHO, S. Feições preservacionais de *Bone bed* do Jurássico da Bacia do Araripe. **Paleontologia em Destaque**, v. 40, p. 47-48, 2002.

VOGEL, M.A.C. Contribuição à paleontologia da Bacia de Iguatu. Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto, **Resumos dos Trabalhos**, SBG, p. 384. 1976a.

—. **Sobre um semionotídeo da Bacia de Iguatu, Ceará**. 1976. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1976b.

WADE, R.T. The Triassic fishes of Brookvale, New South Wales. **British Museum (Natural History)**, 89 p., 1935.

WING, S.L.; SUES, H.D.; POTTS, R.; DIMICHELE, W.A.; BEHRENSMEYER, A.K. 1992, Evoluntary Paleocology. In: BEHRENSMEYER, A.K.; DAMUTH, J.D.; DIMICHELE, W.A.; POTTS, R.; SUES, H.D.; WING, S.L. (eds.) **Terrestrial ecosystems trough time**. University of Chicago Press. p. 1 – 13.

WOODWARD, A. S. The fossil fishes of the Hawkesbury series at Gosford. **Memoirs of the Geological Survey of New South Wales (Palaeontology)**, v. 4, p. 1-56, 1890.

YABUMOTO, Y. A New coelacanth from the Early Cretaceous of Brazil (Sarcopterygii, Actinistia). **Paleontological Research**, vol. 6, no. 4, 343-350, 2002.

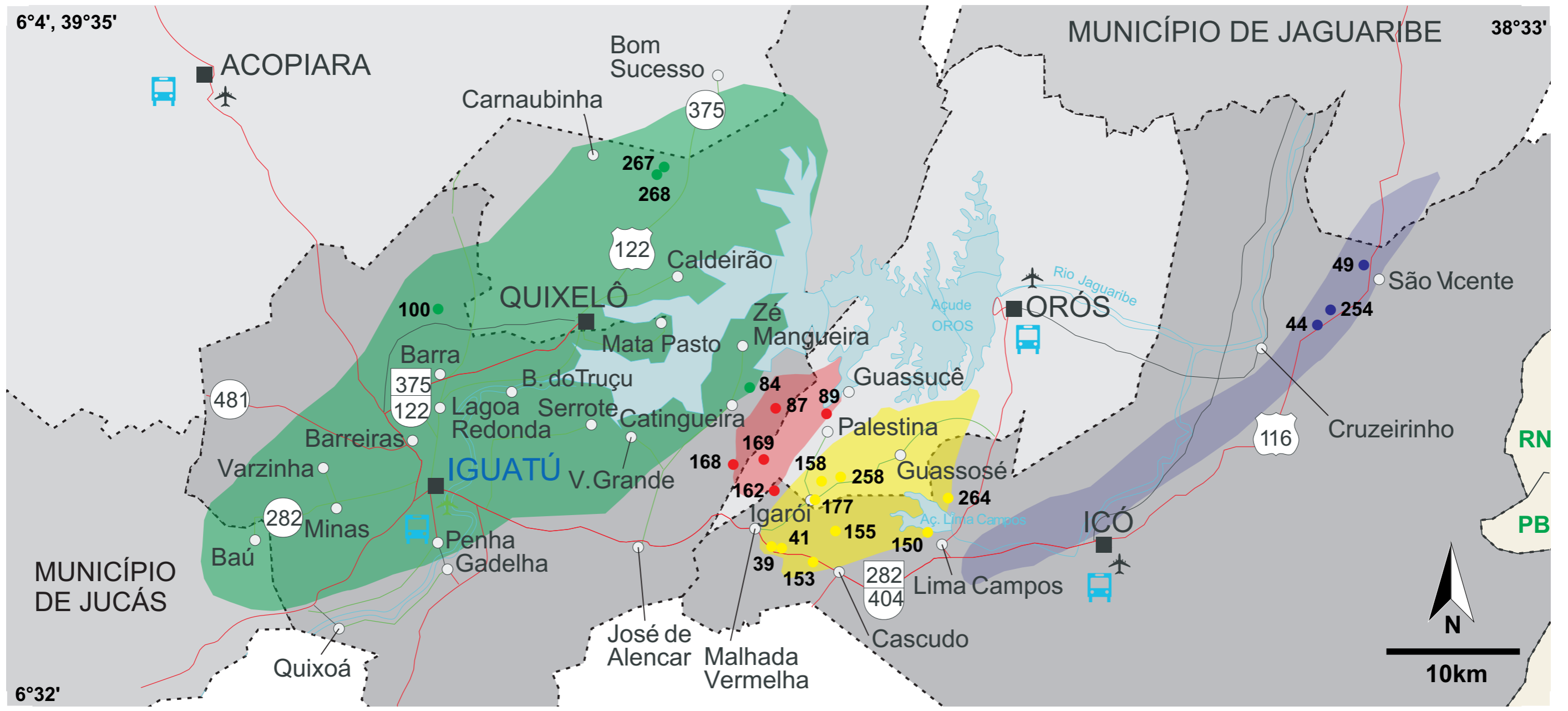
ANEXOS

- **Anexo A** – Tabela com os dados dos afloramentos estudados
- **Anexo B** – Mapa com as localizações geográficas dos afloramentos estudados

ANEXO A

Ponto	Bacia	Localidade	Coordenadas		
			X	Y	latitude / longitude
IG-044	Icó	BR-116	532578	9307292	6°16'0.452"S, 38°42'19.742"W
IG-049	Icó	Vila Catavento	536012	9311753	6°13'35.11"S, 38°40'28.072"W
IG-254	Icó	BR-116	533545	9308504	6°15'20.965"S, 38°41'48.294"W
IG-084	Iguatu	Catingueira	490690	9302372	6°18'40.952"S, 39°5'3.023"W
IG-100	Iguatu	Quixelô	467417	9308430	6°15'23.392"S, 39°17'40.4"W
IG-267	Iguatu	-	483933	9318842	6°9'44.537"S, 39°8'42.803"W
IG-268	Iguatu	-	483682	9318360	6°10'0.232"S, 39°8'50.974"W
IG-039	Lima Campos	Cascudo	492215	9291072	6°24'48.957"S, 39°4'13.437"W
IG-041	Lima Campos	Cascudo	492764	9291032	6°24'50.262"S, 39°3'55.565"W
IG-150	Lima Campos	Açude de Lima Campos	503773	9291576	6°24'32.557"S, 38°57'57.173"W
IG-153	Lima Campos	L. Campos	495200	9289954	6°25'25.377"S, 39°2'36.265"W
IG-155	Lima Campos	-	496838	9292192	6°24'12.497"S, 39°1'42.936"W
IG-158	Lima Campos	-	495827	9295792	6°22'15.257"S, 39°2'15.839"W
IG-177	Lima Campos	Igarói	495341	9294603	6°22'53.977"S, 39°2'31.662"W
IG-258	Lima Campos	-	497259	9296224	6°22'1.191"S, 39°1'29.224"W
IG-264	Lima Campos	-	505178	9294532	6°22'56.288"S, 38°57'11.443"W
IG-087	Malhada Vermelha	M. Vermelha	492443	9301236	6°19'17.955"S, 39°4'5.971"W
IG-089	Malhada Vermelha	M. Vermelha	496226	9300916	6°19'28.389"S, 39°2'2.84"W
IG-162	Malhada Vermelha	-	492286	9294068	6°23'11.389"S, 39°4'11.113"W
IG-168	Malhada Vermelha	Cabeça Negra	489357	9297060	6°21'33.936"S, 39°5'46.442"W
IG-169	Malhada Vermelha	Cabeça Negra	491541	9297528	6°21'18.707"S, 39°4'35.348"W

ANEXO B - Mapa com as localizações geográficas dos afloramentos estudados



Legenda: ● Afloramento ■ Bacia de Icó ■ Bacia de Iguaçu ■ Bacia de Lima Campos ■ Bacia de Malhada Vermelha